Band 31 Heft 2 August 1949

MMONWEALTH INST.
TOMOLOGY LIBRARY
14 SEP 1949
ERIAL Em.270
EPARATE

ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

ZUGLEICH ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE ENTOMOLOGIE

HERAUSGEGEBEN VON

K. ESCHERICH

Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

PAUL PAREY IN BERLIN UND HAMBURG

Z. ang. Ent. Bd. 31 **Heft 2** *S. 181—348 Bln. 1949*

Inhalt

Originalaufsätze

Populationsanalytische Untersuchungen über die Sterblichkeit von Nonnenraupen. Von Dr. SOPHIA ROEGNER-AUST. Mit 5 Abbildungen 181

Einige Beobachtungen über die Wirkung von DDT- und Hexapräparaten auf Fische. Von Dr. SOPHIA ROEGNER-AUST 208

Über die genetischen Grundlagen des Zusammenbruchs einer Massenvermehrung aus inneren Ursachen. Von Dr. JOST FRANZ. Mit 1 Abbildung 228

Der Einfluß von Tageszeit und Witterung auf Ausschlüpfen, Begattung und Eiablage des Springwurmwicklers *Sparganothis pilleriana* Schiff. Von Dr. BRUNO GÖTZ. Mit 10 Abbildungen 261

Bestimmung von Insektenfraßschäden an Nadelholz. Von Dr. GÜNTHER BECKER. Mit 30 Abbildungen 275

Neuere Untersuchungen über die Verbreitung von *Anopheles maculipennis* in Hamburg. Von Dr. HANS JOACHIM HEINZ. Mit 4 Abbildungen 304

Referate 334

Neue Literatur 339

Schriftleitung: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. K. ESCHERICH, München 19, Prinzenstr. 26. Manuskripte sind nur an den Herrn Herausgeber zu schicken.

Honorierung: Die Beiträge sind so kurz und präzise wie möglich zu halten. Bei Abbildungen wird gebeten, sich auf das Notwendigste zu beschränken. Jeder Arbeit ist am Schluß eine kurze Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse anzufügen. Das Honorar beträgt je Bogen 32.— DM., mehr als 3 Bogen werden nicht honoriert. Der von Abbildungen eingenommene Raum sowie Doktor-Dissertationen werden nicht honoriert. Jeder Mitarbeiter erhält von seinem Beitrag unberechnet 20 Sonderabdrucke, bei Doktorarbeiten 50.

Erscheinungsweise: Jährlich erscheint 1 Band zu 4 Heften im Gesamtumfang von etwa 40 Bogen. Das Abonnement verpflichtet zum Bezug eines ganzen Bandes. Es verlängert sich jeweils, falls nicht spätestens unverzüglich nach Eingang der letzten Lieferung des berechneten Bandes Abbestellung erfolgt.

Abonnementspreis dieses Heftes 18,— M. **Einzelpreis 19,— M.**

Populationsanalytische Untersuchungen über die Sterblichkeit von Nonnenraupen

Von

Dr. Sophia Roegner-Aust (München)

Mit 5 Abbildungen

Einleitung

Was sind populationsanalytische Untersuchungen?

Unter dem Begriff der Populationsanalyse (nach Janisch 1931 bis 1941) verstehen wir die Feststellung des Zustandes, in welchem sich eine Population im Freiland oder im Laboratorium befindet, aus welchen Individuen sie sich zusammensetzt, und wie sich die Individuen innerhalb der Population verhalten. Eine solche Analyse kann auf zweierlei Art und Weise durchgeführt werden. 1. durch Feststellung der Lebenden, bzw. der Lebensfähigkeit, und 2. durch Ermittlung der Toten, bzw. der Sterblichkeit. Den sichtbaren Ausdruck für die Analysen nach Lebenden bieten Schlüpf- und Häutungsfolgen, für die Analysen nach Toten Absterbefolgen und — mit vorliegender Arbeit — Absterbeordnungen. Schlüpf- und Häutungsfolgen einerseits, Absterbefolgen und -ordnungen andererseits vermitteln also ein geschlossenes Bild vom Gesundheitszustand der Population, der — da im Optimum ermittelt — nur von der physiologischen Konstitution der Tiere abhängig ist. Da diese Populationsanalysen, bzw. Gesundheitsprüfungen, zeitlich so früh durchgeführt werden, daß sie beendet sind, ehe das Schlüpfen der Raupen im Walde beginnt, können sie zu einer Prognose nach dem Gesundheitszustand ausgewertet werden, die Janisch auf Grund seiner Ermittlungen bei Nonnen bereits vorgeschlagen und mit Vergleichen aus der Praxis an Kieferspannern belegt hatte. Wellenstein (1942) glaubt allerdings, daß Janisch die praktische Bedeutung der im Laboratorium gewonnenen Züchtungsvergleiche überschätzt, und daß die bei künstlicher Aufzucht gefundenen Feststellungen nicht als grundlegend für die Prognose bezeichnet werden können.

---

[1]) Die Untersuchungen wurden an der Biologischen Reichs-, jetzt Zentralanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, und Ausweichstelle Eisgrub (C. S. R.) in der Dienststelle für forstliche Zoologie (Leitung: Oberregierungsrat Dr. E. Janisch) 1942—1945 durchgeführt.

In einer großangelegten Gemeinschaftsarbeit wurde darum in der Dienststelle für forstliche Zoologie an der Biologischen Reichsanstalt die Frage von Populationsanalysen als Grundlage einer Prognose bei der Schädlingsbekämpfung an einem umfangreichen Nonnenmaterial durchgeprüft. Die Untersuchungen geschahen am gemeinsamen Objekt, die Auswertungen getrennt nach Lebensfähigkeit (WUNDRIG) und der von mir bearbeiteten Sterblichkeit. Die Übereinstimmung der beiden Versuchsrichtungen in ihren Ergebnissen und ihre praktisch-prognostische Bedeutung für das Massenwechselproblem überhaupt wird von JANISCH in einer zusammenfassenden Darstellung gebracht werden.

In vorliegender Arbeit wird also über die Sterblichkeit von Nonnenraupen berichtet und gezeigt, wie Populationsanalysen nach der Sterblichkeit **methodisch** durchzuführen sind. Da die Sterblichkeit durch physiologische Schwäche und Infektionskrankheiten bedingt sein kann, ergab sich die Notwendigkeit, das Studium der Infektionskrankheiten auf breiter Basis aufzunehmen, besonders das der Polyedrie, die an der Sterblichkeit von Nonnenraupen den größten Anteil trägt. Mit der Feststellung ihrer Übertragung i m Ei (JANISCH u. ROEGNER-AUST 1943, ROEGNER-AUST 1947, 1948) war dann die Voraussetzung geschaffen, die Infektionskrankheiten populationsanalytisch erfassen zu können, da Populationsanalysen ja nur dem i n n e r e n Z u s t a n d der Tiere Rechnung tragen. Der nunmehr auf Grund der Sterblichkeit ermittelte Gesundheitszustand ist im praktischen Forstschutz vor allem bei der Bestimmung des Zusammenbruches von Kalamitäten auswertbar, weil dieser in der Hauptsache von den Infektionskrankheiten verursacht wird. Eine Vorherbestimmung des Zusammenbruches war aber mit den bisher gebräuchlichen Methoden einer Prognose nach der Zahl nicht möglich; und so soll es Aufgabe der P r o g n o s e n a c h d e m G e s u n d h e i t s z u s t a n d sein, diese Lücke auszufüllen und die P r o g n o s e n a c h d e r Z a h l nicht etwa zu verdrängen, sondern ihr ergänzend an die Seite zu treten.

Auch auf dem Gebiete der experimentellen Forschung haben sich aus den populationsanalytischen Untersuchungsergebnissen Nutzanwendungen ergeben, die im einzelnen im Verlaufe der Arbeit zur Sprache kommen werden.

Material und Methode

Das für die populationsanalytischen Untersuchungen erforderliche Tiermaterial entstammte hauptsächlich einigen Gebieten des Thüringer Waldes, in denen schon seit 1938 eine bedrohliche Nonnenkalamität herrschte. Dies waren die Forstamtsbezirke Dietzhausen, Schleusingen, Suhl und Trostadt. Erstmalig im Herbst 1942 erbaten wir uns von dorther Nonnenraupen und -eier, die uns auch in liebens-

würdiger Weise von den zuständigen Forstmeistern und ihren Revierförstern eingesammelt und zugeschickt wurden [1]).

Als Sammelgefäße hatten wir größere Papp- und Blechzylinder vorbereitet, die oben und unten durch einen Deckel geschlossen und deren Wand innen mit einer doppelten Schicht von Drahtgaze ausgekleidet worden waren. Der obere Deckel wurde mit einem zungenförmigen Einschnitt zum Hineinstecken der Falter versehen und das ganze Gefäß vor dem Verschicken sterilisiert. Diese Anordnung entsprach der von JANISCH (1936) entwickelten Methode, Falter aus Laboratoriumszuchten in Kristallisierschalen, in die ein breiter Ring aus Drahtgaze eingelegt worden war, zur Eiablage zu bringen; und ebenso, wie die Falter im Laboratorium ihre Eier hinter die Drahtgaze der Kristallisierschalen ablegten, geschah es auch bei den großen Fanggefäßen im Walde. Nach Beendigung der Sammelaktion wurden die Gefäße dann verklebt und uns durch die Post zugeschickt, wo wir im Laboratorium die inzwischen abgelegten Eier mühelos von der Drahtschicht oder der Gefäßwand ablösen konnten. Diese sehr einfache Methode hat sich ausgezeichnet bewährt und lieferte uns im Herbst 1942 Falter und Eimaterial

1. aus 7 verschiedenen Distrikten des Thüringer Waldes, in denen die Kalamität auf dem Höhepunkt war,
2. aus den beiden Revieren Coswig und Nedlitz im Bezirk Anhalt und aus dem Forstamt Liebenstein/Eger (Sudetenland), wo die Kalamitäten im Abklingen begriffen waren,
3. von der Heeresförsterei Altengrabow, die deshalb besonders interessant erschien, weil sich hier die Kalamität schon seit mehreren Jahren auf derselben Höhe gehalten hatte, und
4. aus dem Grunewald bei Berlin, wo nur ein ganz vereinzeltes Nonnenauftreten zu verzeichnen war.

Im nächsten Jahre, Herbst 1943, wurden die Falter zum größten Teile eigenhändig von uns in den 7 gleichen und 5 weiteren Distrikten des Thüringer Waldes gesammelt; Coswig, Nedlitz, Liebenstein, Altengrabow und Grunewald mußten ausfallen, da kaum noch Falter zu finden waren; neu kam Calvörde/Braunschweig hinzu, wo die Nonne in Vermehrung begriffen war.

Die aus den Fanggefäßen abgesammelten Eier wurden herkunftsweise getrennt bei $+2^{\circ}$ aufbewahrt und nach genügend langer Diapause im Februar der Jahre 1943 und 1944 zu den großen Prüfversuchen angesetzt. Der Ansatz geschah ohne vorherige Desinfektion der Eier über Wasser nach dem von JANISCH (1933) entwickelten

[1]) Es sei an dieser Stelle noch einmal allen Herren der einzelnen Forstämter für ihre unermüdliche Unterstützung unserer Sammelaktionen und für ihr liebenswürdiges Entgegenkommen bei unseren häufigen Besuchen und Freilandbeobachtungen auf das herzlichste gedankt, insbesondere dem Forstamt Dietzhausen mit Herrn Forstmeister SPROSSMANN, Herrn Oberförster ZABLER und Herrn Revierförster HARDER.

Dahlemer Zuchtverfahren bei einer optimalen Temperatur von 21,5° und einer optimalen hohen Luftfeuchtigkeit von 90—95% (JANISCH 1938 a). Die Prüfversuche des Jahres 1943 konnten noch in Berlin-Dahlem durchgeführt werden, wo gut ausgebaute Klimakammern zur Verfügung standen, die Prüfversuche des Jahres 1944 mußten dagegen in unserer Ausweichstelle Eisgrub in einem selbst hergerichteten thermokonstanten Raum von 21,5° stattfinden. Trotz der weit primitiveren Verhältnisse konnten die Versuche aber reibungslos durchgeführt werden und waren außerdem durch den Vorteil ausgezeichnet, daß in Eisgrub noch niemals mit Nonnen oder deren Infektionskrankheiten, Polydrie und Schlaffsucht, gearbeitet worden war. Die ausschlüpfenden Räupchen wurden in einem Zeitraum von jeweils 24 Stunden in frische Schalen abgesammelt, so daß jede einzelne Zuchtschale 24-Stunden-Tiere enthielt. Als Futter erhielten die jungen Raupen Eicheln (JANISCH 1936), später Eichenblätter oder Fichte. Jeden Tag wurde protokolliert, d. h. jede einzelne Zuchtschale täglich auf gehäutete und tote Tiere untersucht, der ganze Bestand nach Stadien aufgeschrieben, gereinigt und mit neuem Futter versehen. Die toten Tiere kamen zuchtschalenweise getrennt in kleinere Schalen, wurden nach Zuchtschalennummer, Datum und Stadium etikettiert und unter dem Mikroskop auf ihre Todesursache geprüft. Für diese Prüfungen genügte im allgemeinen das Hellfeld, doch wurde bei strittigen Fällen noch zusätzlich das Dunkelfeld oder das neue Phasenkontrastverfahren der Firma Zeiss (nach ZERNIKE) angewandt. Letzteres hat sich, besonders bei der Identifizierung von Bakterien, ausgezeichnet bewährt, da ohne Anfärbung der Objekte im Frischpräparat alle Helligkeitskontraste wesentlich erhöht werden und daher zu einer sichereren Diagnose der Todesursache führen, als dies im gewöhnlichen Hellfeld möglich ist. Bei der Herrichtung eines Frischpräparates toter Raupen wurde ein Stückchen des Raupenkadavers auf einem Objektträger mit einem Glasstab sorgfältig verrieben, mit etwas Wasser versetzt und einem Deckglas bedeckt. Besonders wurde darauf geachtet, daß der Darm nicht verletzt wurde, um bei der späteren Untersuchung Irrtümer durch Darmbakterien möglichst auszuschließen. Bei der Verreibung von Rp. I und teilweise auch noch Rp. II mußte allerdings das ganze Räupchen zerrieben werden, da es hier unmöglich war, ein Gewebestück ohne Darm zu erhalten.

Die Sterblichkeit von Nonnenraupen kann dreierlei verschiedene Ursachen haben. In die erste Gruppe der o h n e B e f u n d gestorbenen Tiere gehören diejenigen, die weder Bakterien noch Polyeder erkennen lassen; bei ihnen muß daher als Todesursache eine konstitutionell vorhandene physiologische Schwäche angenommen werden, so daß ihr Befund als S c h w ä c h e t o d bezeichnet wird. In die zweite Gruppe der an B a k t e r i e n gestorbenen Tiere werden alle diejenigen Raupen eingeordnet, bei denen ein Überwiegen von Bakterien auf S c h l a f f s u c h t (JANISCH 1942) schließen läßt. Da die Bakterienart nicht

immer sicher identifiziert werden kann, ist es selbstverständlich nicht auszuschließen, besonders bei geringem Befall, daß es sich immer um pathogene Bakterien gehandelt hat. Zur dritten Gruppe der an Polyedrie gestorbenen Tiere gehören endlich alle jene, die durch das überwiegende Vorhandensein von Polyedern auf Polyedrie als Todesursache schließen lassen. Da in vielen Fällen Bakterien und Polyeder in Mischinfektion miteinander vorkommen, ist noch eine weitere Gruppe angeschlossen worden, in der die überhaupt vorhandenen Mischinfektionen angegeben sind, ohne Rücksicht auf das Überwiegen eines der beiden Teile, das ja bereits in den Gruppen der an Bakterien und an Polyedrie gestorbenen Raupen zum Ausdruck gekommen ist. Eine solch genaue mikroskopische Analyse ist notwendig, weil das klinische Bild allein keine einwandfreie Diagnose der Todesursache gestattet; denn wie bereits aus den Arbeiten von Wahl und Knoche (1912,1922) hervorgegangen und vor allem von Janisch (1942) näher festgestellt worden ist, sieht eine an Bakterien gestorbene Raupe äußerlich fast genau so aus, wie eine an Polyedrie gestorbene Raupe. Der mikroskopische Befund jeder einzelnen Raupe ist daher unerläßlich, auch wenn die Untersuchung der Tausende von Tieren äußerst mühevoll erscheint. Die Arbeit ist aber zu bewältigen, wenn für eine tägliche Untersuchung der anfallenden Toten Sorge getragen wird und diese Untersuchung immer in den Händen der gleichen eingearbeiteten Hilfskraft bleibt.

Für die Bewertung des Befalls innerhalb der einzelnen Gruppen „Schwäche-", „Bakterien-" und „Polyeder-tot", die bei der Protokollführung mit den kurzen Zeichen: o. B., B und P angegeben wurden, hat sich das übliche fünffache Bewertungsschema gut bewährt.

Es mußte lediglich noch eine sechste Stufe eingeführt werden, um das manchmal ganz vereinzelte Vorkommen von Polyedern oder Bakterien registrieren zu können, für das eine Bezeichnung mit einem Kreuz schon zu hoch gewesen wäre. Für solche Grenzfälle führten wir daher die Bezeichnung Kreuz in Klammern = (+) ein.

Polyeder	Bakterien	Befund
P —	B —	ohne Befund = Schwäche
P(+)	B(+)	ganz vereinzeltes Vorkommen
P +	B +	geringes Vorkommen
P ++	B ++	mittleres Vorkommen
P +++	B +++	starkes Vorkommen
P ++++	B ++++	sehr starkes Vorkommen

Die Befunde der einzelnen Raupen auf Grund der mikroskopischen Prüfung wurden zunächst auf einem einfachen Totenzettel aufgeschrieben und nach Abschluß des Versuches mit roter Tinte in die Protokollzettel hinter die zugehörige abgestorbene Raupe eingetragen, die ja nach Zuchtschalennummer, Datum und Stadium zu identifizieren war. Die fertig abgeschlossenen Protokollzettel enthalten daher alles, was in populationsanalytischer Hinsicht über die Raupenzucht wissenswert erscheint:

1. Die Anzahl der geschlüpften, d. h. der überhaupt in den Versuch gekommenen Raupen; die nicht geschlüpften Eier lassen sich nach beendetem Ansatz auf unbefruchtete, nicht entwickelte und befruchtete, aber nicht geschlüpfte, Eier auszählen;
2. die täglich vorhandene Anzahl der Lebenden nach Stadien (vgl. WUNDRIG) und der Toten nach Stadien mit ihrer Todesursache, also die Gesamtsterblichkeit einer Herkunft;
3. die prozentuale Menge der an Schwäche, Bakteriosen und an Polyedrie gestorbenen Raupen, wodurch sich ein genaues Bild vom Gesundheitszustand jeder Population gewinnen läßt; außerdem ist feststellbar, welche einzelnen Raupenstadien am krankheitsanfälligsten und für welche der verschiedenen Krankheiten sie am empfänglichsten sind;
4. die Anzahl der überlebenden und toten Puppen, bei letzteren auch die Todesursache, und
5. die Anzahl der überlebenden Falter mit ihrem mikroskopischen Befund, soweit sie nach der Eiablage zerrieben und untersucht worden sind.

Die Auswertung der Protokolle hinsichtlich der Sterblichkeit der Tiere läßt sich in Form von T a b e l l e n und K u r v e n durchführen. Auf den Tabellen sind in mehreren Rubriken die Zahl der Versuchstiere, die Todesfälle nach Schwäche, Bakterien und Polyedrie, die überhaupt vorkommenden Mischinfektionen, eine Rubrik für die Gesamtsterblichkeit und eine Rubrik für die Anzahl der überlebenden Falter angegeben. Mit Ausnahme der Zahl der Versuchstiere ist alles in Prozenten berechnet, bezogen auf die Zahl der im ganzen Versuch geprüften Raupen. Die toten Puppen sind nicht mit einbezogen.

Bei der graphischen Darstellung sei von nun an unterschieden zwischen Absterbe f o l g e und Absterbe o r d n u n g. Die Absterbefolge drückt die l a u f e n d e Zunahme aller Toten bis zum Ende des Versuches in einer ansteigenden Kurve aus. Die einzelnen Punkte der Kurve geben damit immer die Gesamtsterblichkeit bis zu diesem Tage an.

Als Ergänzung der Absterbefolgen, besonders in prognostischer Hinsicht, hat es sich aber als notwendig erwiesen, nicht nur den dauernden Gesamtzuwachs je Tag zu erfassen, sondern vor allem auch die Anzahl der j e T a g anfallenden einzelnen Toten und ihre Verteilung auf die einzelnen S t a d i e n, um sogleich bei Betrachtung der kurvenmäßigen Darstellung erkennen zu können, wo das Schwergewicht der Sterblichkeit liegt. Diese Art der Darstellung, d. h. also die Prozentzahl der Toten je Tag, bezeichne ich von nun an als A b s t e r b e o r d n u n g.

Populationsanalytische Untersuchungen über die Sterblichkeit von Nonnenraupen müssen daher erkennen lassen:

1. Den allgemeinen natürlichen Gesundheits- bzw. Krankheitszustand,

2. die Art der vorhandenen Krankheiten und den Grad des Befalls, und
3. die Sterblichkeit je Tag, je Stadium und die Gesamtsterblichkeit.

Versuchsergebnisse

1. Herkünfte aus verschiedenen Gebieten

Auf Tabelle 1 sind die einzelnen Herkünfte der beiden Prüfversuche 1943 und 1944 mit ihren Totenprozenten als Ausdruck der Sterblichkeit dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, welch große Unterschiede zwischen den einzelnen Populationen herrschen, so daß kaum eine Herkunft einer anderen gleichgesetzt werden kann. Zeigt doch im Jahre 1943 die Gesamtsterblichkeit eine Variationsbreite von 10,6—97,6 % und die Polyedersterblichkeit, die an der Gesamtsterblichkeit meistens den größten Anteil trägt, eine Variationsbreite von 0—82 %. Selbst in den gebietsmäßig ganz nahe beieinander liegenden Thüringer Distrikten Keulrod, Oberstadt, Ahlstädt, Schleusingen und

Tabelle 1

	Herkunft	Zahl der Tiere	Sterblichkeit %	Gestorben an: Schwäche %	Bakterien %	Polyedrie %	Mischinfektionen	Falter %
1943	Keulrod	128	97,6	0	15,6	82,	55,5	2,4
	Oberstadt	152	79,7	0	11,9	67,8	40,8	20,3
	Ahlstädt	153	66,7	7,2	15,7	43,8	24,2	33,3
	Schleusingen	13	46,2	7,7	23,1	15,4	0	53,8
	Dietzhausen	89	44,9	1,1	13,5	30,3	25,9	55,1
	Lobenstein	47	27,7	4,3	19,1	4,3	2,1	72,3
	Waidmannsheil	91	69,3	4,4	23,1	41,8	35,2	30,7
	Grunewald	14	28,5	0	7,1	21,4	14,3	71,5
	Altengrabow	160	59,4	3,1	22,5	33,8	15	40,6
	Coswig	26	23,1	7,7	15,4	0	0	76,9
	Bedlitz	19	10,6	5,3	5,3	0	0	89,4
	Liebenstein	111	67,5	3,6	13,5	50,4	25,3	32,5
1944	Keulrod (Vogelherd)	115	24,5	0,9	19,2	4,4	17,4	75,5
	Keulrod (Heerleswald)	152	47,5	0	27	20,4	25,7	52,6
	Oberstadt	79	8,8	0	6,3	2,5	7,6	91,2
	Ahlstädt	70	25,7	1,4	20	4,3	18,6	74,3
	Ziegelleite	132	27,3	1,5	16.7	9,1	18,2	72,7
	Schleusingen (82 Mitte)	96	24	0	18,8	5,2	12,5	76
	Schleusingen (82 Rand)	104	22,2	0	16,4	5,8	12,5	77,8
	Dietzhausen (8/114/115)	119	21,8	0	15,1	6,7	18,5	78,2
	Dietzhausen (38, 39)	111	27,9	0	13,5	14,4	15,3	72,1
	Dietzhausen (78)	117	20,5	0	17,1	3,4	15,4	79,5
	Dietzhausen (Gemeindewald)	165	30,9	0,6	22,4	7,9	21,2	69,1
	Calvörde	25	12	0	4	8	4	88

Dietzhausen ist die Gesamtsterblichkeit mit 97,6, 79,7, 66,7, 46,2 und 44,9 % sehr verschieden, desgleichen auch ihre Polyedersterblichkeit mit 82, 67,8 43,8, 15,4 und 30,3 %. Die ebenfalls sehr eng benachbarten Gebiete Lobenstein und Waidmannsheil in Thüringen zeigen Unterschiede von 27,7 und 69,3 % in ihrer Gesamtsterblichkeit und 4,3, bzw. 41,8 % in ihrer Polyedersterblichkeit. Im Jahre 1944 ist die Gesamtsterblichkeit bei den 11 Thüringer Herkünften und auch bei Calvörde im ganzen geringer, aber ebenfalls sehr variabel, wenn auch die Unterschiede wegen der kleineren Werte (8,8—47,5 % Gesamtsterblichkeit und 2,5—20,4 % Polyedersterblichkeit) nicht so sehr ins Auge fallen wie im Jahre vorher.

Derartige Verschiedenheiten, die in der Zuchtmethode liegen, sind die Grundlage für die Bewertung des Gesundheitszustandes von Populationen, weil alle Aufzuchten unter den gleichen optimalen Bedingungen durchgeführt worden sind; jede auftretende Sterblichkeit kann also nicht etwa durch äußere Schadfaktoren verursacht worden sein, sondern nur durch die unterschiedliche Konstitution der Tiere. Auf Grund der hier dargelegten unterschiedlichen Sterblichkeit kann daher gesagt werden, daß 1943 die Herkunft Nedlitz mit 10,6 % Toten die gesundeste und die Herkunft Keulrod mit 97,6 % Toten die kränkste war. Im Prüfversuch des Jahres 1944 ist Oberstadt mit 8,8 % Toten am gesundesten und Keulrod/Heerleswald mit 47,5 % Toten am kränksten. Dazwischen gibt es alle Übergänge.

Die tabellarische Darstellung bringt also bereits in einfachster Weise zum Ausdruck, welche Herkunft gesund und welche krank ist. Für eine grobe Populationsanalyse ist sie daher zunächst ausreichend. Um aber feinere Unterschiede herausarbeiten zu können, empfiehlt sich eine Erfassung in Form der kurvenmäßigen Absterbeordnungen und Absterbefolgen. Ich habe daher die vier Thüringer Herkünfte Keulrod, Oberstadt, Dietzhausen 1943 und Oberstadt 1944 als Beispiele herausgegriffen, und werde an diesen zeigen, wie eine Populationsanalyse an Hand der Absterbeordnungen und Absterbefolgen durchzuführen ist (Abb. 1—4).

Bei allen vier Abbildungen geben die oberen Kurven mit den vielen senkrechten Strichen in Verbindung mit den darunter befindlichen Kästchen die Absterbeordnungen und die unten verlaufenden ansteigenden Kurven die Absterbefolge an. Bei den Absterbeordnungen bedeuten die senkrechten Striche die Anzahl der je Tag gestorbenen Einzeltiere in Prozenten, wobei die an Schwäche gestorbenen Tier durch eine dünn ausgezogene Linie (die bei den gewählten Beispielen allerdings fehlt), die an Bakterien gestorbenen Tiere durch eine gepunktete und die an Polyedrie gestorbenen Tiere durch eine dick ausgezogene Linie dargestellt worden sind. Um einen klaren Ausdruck für die Häufigkeit des Absterbens zu erhalten, wurden die jeweils höchsten Punkte durch eine Kurve verbunden, die nunmehr in allen drei Gruppen ein deutliches Bild von

der allmählichen Zu- und Abnahme der Sterblichkeit je Tag mit einem Maximum am Tage der meisten Toten vermittelt. Die senkrecht nach unten verlaufenden Striche und die dazugehörige verbindende Kurve zeigen die in der Herkunft vorhandenen Mischinfektionen an.

In den darunter befindlichen Kästchen kommt die Sterblichkeit nach Stadien zum Ausdruck. Auf der Abszisse ist jeweils der Zeitraum abgetragen, in dem ein Absterben von Raupen der Stadien I, II, III, IV, V erfolgt, (wobei wir unter Raupen V alle Altraupen verstehen, also auch die Raupen der Stadien VI, VII usw.), und auf der Ordinate die dazugehörige prozentuale Menge der betreffenden Stadien. Die daraus entstehenden Kästchen zeigen auf den ersten Blick, in welchem Stadium der Raupenentwicklung das Schwergewicht der Sterblichkeit liegt, wie z. B. auf Abb. 1 in den Stadien I und V oder auf Abb. 2 nur im Stadium V. Die untere Grenzlinie von Kästchen V gibt gleichzeitig die Gesamtsterblichkeit an. Zur Ergänzung der Kästchen gebe ich auf Tabelle 2 noch einen zusätzlichen zahlenmäßigen Überblick über die prozentuale Verteilung der Todesursachen in den einzelnen Stadien. Diese hätte sich ohne weiteres in die großen

Tabelle 2

Herkunft	Stadium	Anzahl der Toten	Sterblichkeit %	Sterbezeit in Tagen	Gestorben an: Schwäche %	Bakterien %	Polyedrie %	Falter %
Keulrod 1943 128 Tiere (zu Abb. 1)	I	41	31,9	2—31	0	11,7	20,2	
	II	17	13,3	18—38	0	3,1	10,2	
	III	21	16,4	23—32	0	0	16,4	
	IV	18	14,1	30—59	0	0,8	13,3	
	V	28	21,9	35—71	0	0	21,9	
	I—V	125	97,6	2—71	0	15,6	82	2,4
Oberstadt 1943 152 Tiere (zu Abb. 2)	I	19	12,5	2—32	0	8,6	3,9	
	II	10	6,6	17—38	0	1,3	5,3	
	III	8	5,2	25—45	0	0,7	4,5	
	IV	16	10,6	28—52	0	0	10,6	
	V	68	44,8	31—65	0	1,3	43,5	
	I—V	121	79,7	2—65	0	11,9	67,8	20,3
Dietzhausen 1943 89 Tiere (zu Abb. 3)	I	7	7,8	2—31	1,1	6,7	0	
	II	2	2,3	21—22	0	2,3	0	
	III	2	2,2	26—38	0	1,1	1,1	
	IV	10	11,3	23—59	0	2,3	9	
	V	19	21,3	38—80	0	1,1	20,2	
	I—V	40	44,9	2—80	1,1	13,5	30,3	44,9
Oberstadt 1944 79 Tiere (zu Abb. 4)	I	3	3,7	4—47	0	3,7	0	
	II	1	1,3	11	0	1,3	0	
	III	0	0	—	0	0	0	
	IV	0	0	—	0	0	0	
	V	3	3,8	42—98	0	1,3	2,5	
	I—V	7	8,8	4—98	0	6,3	2,5	91,2

Kästchen als waagerechte Linien hineinzeichnen lassen, in den kleinen Kästchen jedoch zu einer Verwischung des klaren Bildes geführt. Darum habe ich es vorgezogen, eine gesonderte Tabelle anzufügen, die für die einzelnen Stadien die Anzahl der Toten, ihre prozentuale Sterblichkeit, Sterbezeit in Tagen und den Befund angibt. Die untere Reihe faßt das Ergebnis für alle Stadien zusammen.

Um wieder auf die Abbildungen zurückzukommen, geben die im unteren Drittel dargestellten Absterbefolgen die Summe aller Toten bis zu jedem Tage an. Die dünn ausgezogene Linie stellt die Anzahl der an Schwäche gestorbenen Tiere dar, die gepunktete Kurve die Anzahl der an Schwäche plus der an Bakterien gestorbenen Tiere und die dick ausgezogene Kurve die Anzahl aller Toten, d. h. die an Schwäche gestorbenen Raupen plus der Anzahl der an Bakterien und der Anzahl der an Polyedrie eingegangenen Tiere. Der letzte Punkt der Kurve „Polyeder" oder „alle tot" bedeutet damit gleichzeitig wieder die Angabe der Gesamtsterblichkeit, wie schon einmal in der unteren Grenzlinie der Kästchen 5 zum Ausdruck gekommen ist.

Auf Grund der Absterbeordnungen, Absterbefolgen und der Tabelle 2 läßt sich bei den ausgewählten vier Herkünften Keulrod, Oberstadt, Dietzhausen 1943 und Oberstadt 1944 folgende Diagnose aufstellen:

1. Nonne Keulrod / 1943, Abb. 1, Tabelle 2

a) Absterbeordnung

Sterblichkeit an Bakteriosen und Polyedrie, zum Teil in Mischinfektionen.

Bakteriensterblichkeit ziemlich groß, hauptsächliche Sterblichkeit am Anfang der Raupenentwicklung. Maximum am 18. Tage mit 3,9 % Toten je Tag (= gestrichelte Kurve der Absterbeordnung).

Polyedersterblichkeit sehr groß, erstreckt sich nahezu über die ganze Entwicklungszeit. Maximum sehr früh am 23. Tage mit einer Anzahl von 8,6 % Toten je Tag (= dick ausgezogene glatte Kurve der Absterbeordnung).

Maximum der Mischinfektionen am 23. Tage mit einer Anzahl von 7,8 % Toten je Tag (= Strich-Punkt-Kurve der Absterbeordnung nach unten).

Die Zeitdauer der ganzen Raupensterblichkeit umfaßt nur 71 Tage.

Kurven der oberen Darstellung im Vergleich mit Lage und Größe der Kästchen ergeben das Maximum der Sterblichkeit nach Stadium und Ursache: Große Raupensterblichkeit in Stadium I und V, und zwar in I vom 2.—31. Tage mit 11,7 % an Bakteriosen und 20,2 % an Polyedrie, zusammen 31,9 %; in Stadium V vom 35.—71. Tage nur noch an Polyedrie mit 21,9 %; Sterblichkeit der Stadien II, III, IV ebenfalls verhältnismäßig groß, aber nicht so groß wie bei I und V; Maximum der täglichen Polyedersterblichkeit besonders in den Stadien I und II; Gesamtsterblichkeit sehr hoch mit 97,6 %.

b) Absterbefolge

Polyedrie trägt überwiegenden Anteil an der Sterblichkeit, da Kurve „Polyeder" oder „alle tot" bereits am 5. Tage einsetzt und bereits am 16. Tage steil nach oben ansteigt. Letzter Punkt drückt wieder die Gesamtsterblichkeit mit 97,6 % aus.

c) Diagnose

Gesundheitszustand: sehr krank, da hohe Gesamtsterblichkeit. Krankheitsursache: Bakterien, vorwiegend Polyedrie. Polyedrie schon sehr zahlreich in frühen Stadien, Sterblichkeit häufig in allen Stadien, größte Sterblichkeit in Stadium I. Absterbezeit mit 71 Tagen verhältnismäßig kurz.

2. Nonne Oberstadt / 1943, Abb. 2, Tabelle 2

a) Absterbeordnung

Sterblichkeit an Bakterien und Polyedrie, zum Teil in Mischinfektionen.

Bakteriensterblichkeit nur gering, erstreckt sich aber über einen längeren Zeitraum (bis zum 56. Tage). Maximum der Bakteriensterblichkeit am 2. und 7. Tage mit je 1,3 % Toten je Tag.

Polyedersterblichkeit groß und nahezu über die ganze Entwicklungszeit verteilt. Maximum am 40. Tage mit einer Anzahl von 5,3 % Toten je Tag.

Absterbezeit nur 65 Tage.

Größte Raupensterblichkeit im Altraupenstadium V vom 31. bis 65. Tage mit insgesamt 44,8 % Toten, davon 43,5 % an Polyedrie gestorbenen. Geringe Sterblichkeit in Stadien I, II, III und IV. Gesamtsterblichkeit hoch mit 79,7 %.

b) Absterbefolge

Polyedrie trägt stärksten Anteil an der Gesamtsterblichkeit, kommt aber erst allmählich zum Ausbruch, wie langsames Ansteigen der Kurve beweist; stärkerer Anstieg erst vom 39. Tage ab bis zu einer Gesamtsterblichkeit von 79,7 %.

c) Diagnose

Gesundheitszustand: krank, da ziemlich hohe Gesamtsterblichkeit. Krankheitsursache: vornehmlich Polyedrie. Absterben hauptsächlich im Altraupenstadium V. Kurze Absterbezeit mit 65 Tagen.

3. Nonne Dietzhausen / 1943, Abb. 3, Tabelle 2

a) Absterbeordnung

Sterblichkeit an Bakteriosen und Polyedrie, zum Teil in Mischinfektiosen.

Bakteriensterblichkeit gleichbleibend gering mit mehrfach täglich 1,1 % Toten bis zum 50. Tage.

Polyedersterblichkeit mittelmäßig, Maximum am 38. Tage mit 5,6 % Toten je Tag.

Zeitdauer der ganzen Raupensterblichkeit mit 80 Tagen ziemlich lang.

Größte Raupensterblichkeit im Stadium V mit 21,3 %, davon 20,2 % Polyedrie; geringe Sterblichkeit auf I und IV; sehr geringe Sterblichkeit auf II und III. Gesamtsterblichkeit mittelmäßig mit 44,9 %.

b) Absterbefolge

Geringer Anteil der Bakteriosen und größerer Anteil der Polyedrie an der Gesamtsterblichkeit. Letzter Punkt der Kurve „alle tot" drückt wieder Gesamtsterblichkeit mit 44,9 % aus.

c) Diagnose

Gesundheitszustand: kränklich, da mittelmäßige Gesamtsterblichkeit. Krankheitsursache: vorwiegend Polyedrie. Absterben hauptsächlich im Stadium V; Absterbezeit ziemlich lang mit 80 Tagen.

4. Nonne Oberstadt / 1944, Abb. 4, Tabelle 2

a) Absterbeordnung

Sterblichkeit an Bakteriosen und Polyedrie, zum Teil in Mischinfektiosen.

Bakteriensterblichkeit gleichbleibend gering mit fünfmal täglich 1,3 % Toten.

Polyedersterblichkeit sehr gering mit zweimal täglich 1,3 % Toten.

Mischinfektionen gleichbleibend gering mit siebenmal täglich 1,3 % Toten.

Raupensterblichkeit sehr lang mit 98 Tagen.

Ganz geringe Raupensterblichkeit im Stadium I und V, Gesamtsterblichkeit nur 8,8 %.

b) Absterbefolge

Niedrigbleibende Kurve, zusammengesetzt aus der geringen Bakterien- und Polyedersterblichkeit; letzter Punkt der Kurve „alle tot" ergibt wieder Gesamtsterblichkeit mit 8,8 %.

c) Diagnose

Gesundheitszustand: gesund, da sehr geringe Gesamtsterblichkeit. Krankheiten kaum vorhanden. Besonders lange Absterbezeit mit 98 Tagen.

Zwischen diesen zur Darstellung gebrachten Populationsanalysen gibt es nun alle Übergänge, die im einzelnen hier nicht wiedergegeben werden können und zum Teil auch noch weiterer Untersuchungen bedürfen. Hier soll nur mehr noch gezeigt werden, wie derartige im Laboratorium ermittelte Analysen des Gesundheitszustandes von Populationen in der Praxis auf die von JANISCH entwickelte Prognose nach dem Gesundheitszustand anzuwenden sind.

Mit den bisher allgemein gebräuchlichen Methoden einer Prognose nach der Zahl, die bei der Nonne durch die von WELLENSTEIN (1942) der Praxis übergebenen Puppenhülsensuche zu einem geschlossenen

Ganzen geworden ist, konnte für diesen Schädling der zahlenmäßige Befall bereits in gut angenäherten Werten festgestellt und für den Verlauf des Massenwechsels prognostisch ausgewertet werden. Eine Lücke blieb jedoch offen, die WELLENSTEIN (1942) selbst mit folgenden Worten charakterisierte: „Schwierigkeiten macht lediglich die richtige Beurteilung des Zusammenbruchjahres, da unter den verschiedenen Sterblichkeitsursachen die seuchenartigen Übervölkerungskrankheiten (Wipfelkrankheit, Bakteriosen und insektentötende Pilze) prognostisch noch nicht erfaßbar sind" (S. 478, 1942). Diesem Mangel sollte mit den vorliegenden Untersuchungen abgeholfen werden, da eine Populationsanalyse nach der Sterblichkeit die beiden Infektionskrankheiten Schlaffsucht (Bakteriosen) und Polyedrie bereits vor dem Schlüpfen der jungen Raupen im Walde erfaßt und damit für eine Prognose noch des gleichen Jahres verwendbar macht.

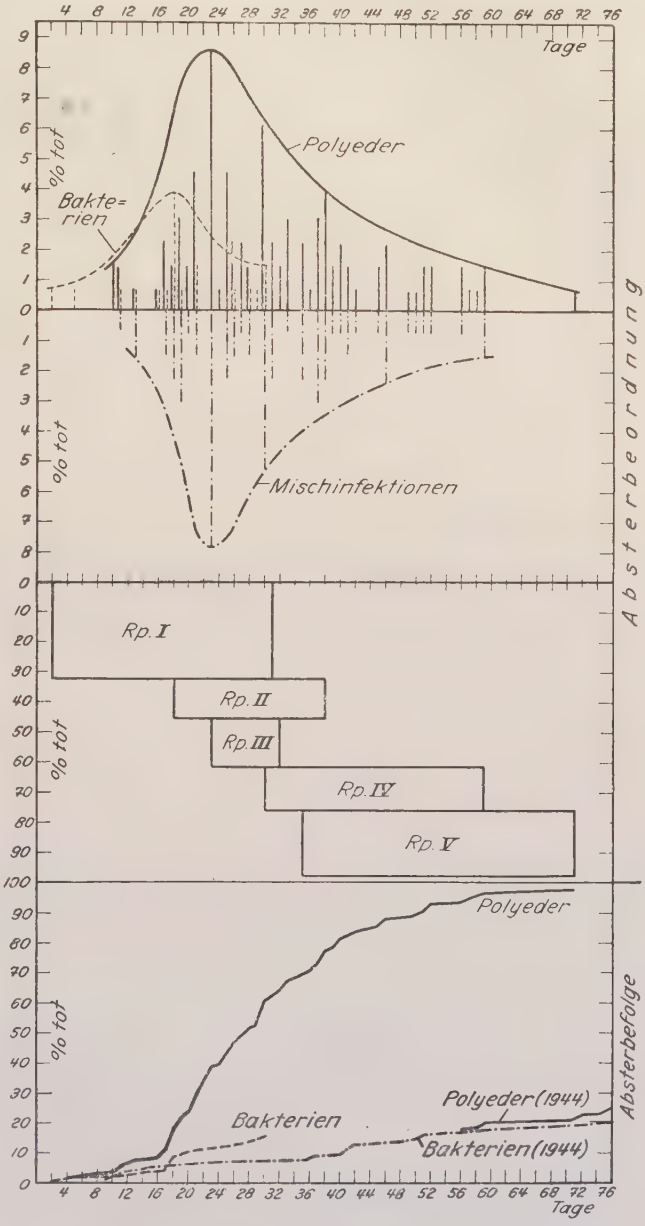

Abb. 1. Nonne Keulrod, Prüfversuch 1943 und Absterbefolge 1944

Zu den ausgewählten vier Herkünften ist in dieser Hinsicht folgendes zu sagen: Bei der sehr kranken Herkunft Keulrod/1943

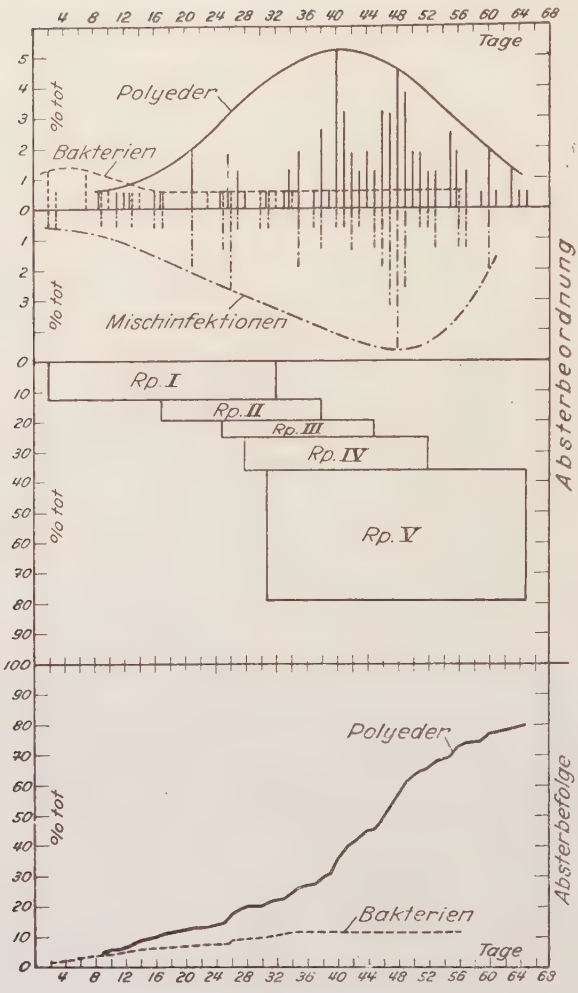

Abb. 2. Nonne Oberstadt, Prüfversuch 1943

(Abb. 1) ist wegen der hohen fast hundertprozentigen Gesamtsterblichkeit der Zusammenbruch der Kalamität im gleichen Jahre zu erwarten, und zwar dürfte dieser Zusammenbruch in den Jugendstadien der Raupenentwicklung liegen, weil die Populationsanalyse eine ausgesprochene Jugendsterblichkeit erkennen läßt. Ist aber die Sterblichkeit im Optimum bereits so hoch, wie die Analyse zeigt, dann kann sie im Walde mit seinen wechselnden klimatischen Verhältnissen keinesfalls geringer werden, denn bessere als optimale Verhältnisse kann der Wald nicht bieten. Die Sterblichkeit im Freiland kann höchstens noch größer werden oder noch früher einsetzen, wenn ungünstige Außenfaktoren hinzutreten, aber geringer werden kann sie nicht. Darum ist bei einer Population mit solch hoher und ausgesprochener Jugendsterblichkeit die Gefahr für den Wald nur mäßig, weil der größte Teil der Raupen bereits stirbt, ehe der starke Fraß der höheren Stadien einsetzt. Gewiß bleibt ein größerer Restbestand an Raupen übrig und erreicht das Stadium V, doch dürfte ihre Zahl wohl kaum mehr ausreichend sein, um dem Walde ernstlich Schaden zuzufügen. Bei einer Population mit solch hoher Jugendsterblichkeit erscheint eine chemische Bekämpfung daher überflüssig. Freilandvergleiche im Herbst 1943 haben diese experimentell ermittelten Erwartungen bestätigt, denn es waren — im Gegensatz zum Jahre vorher — kaum noch Falter zu finden, so daß der Zusammenbruch erfolgt sein mußte, und es waren nirgends Spuren von Kahlfraß zu entdecken.

Anders liegen die Verhältnisse bei der ebenfalls sehr kranken Herkunft Oberstadt/1943 (Abb. 2). Auch hier ist die Gesamtsterblichkeit sehr hoch und der Zusammenbruch im gleichen Jahre zu erwarten. Aber die Zeit der größten Sterblichkeit liegt erst im Altraupenstadium V. Bei Oberstadt ist darum im Gegensatz zu Keulrod die

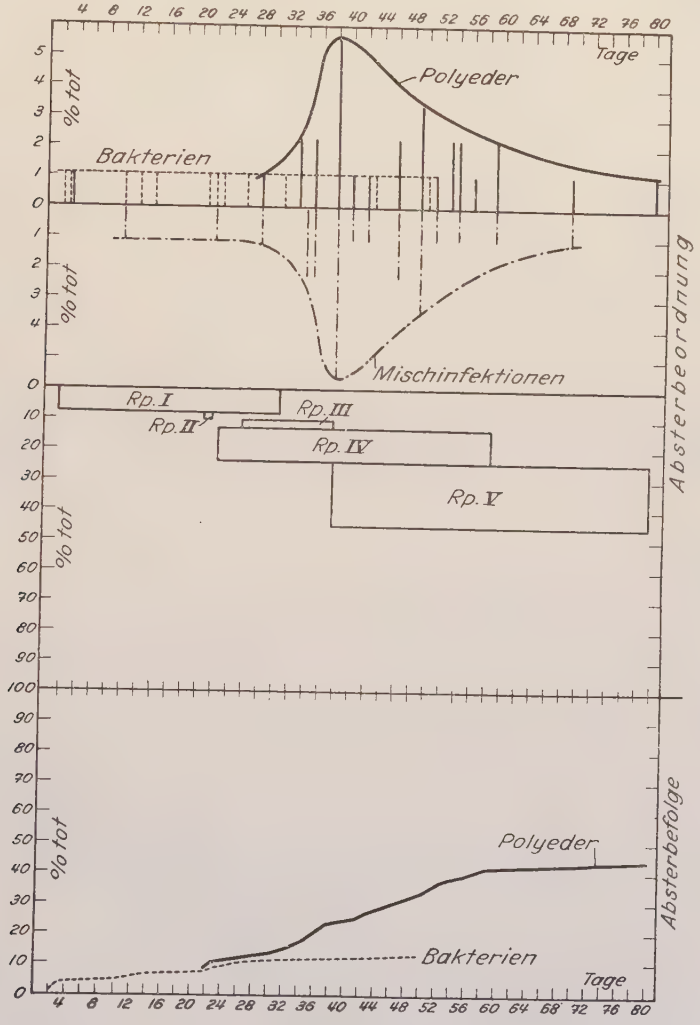

Abb. 3. Nonne Dietzhausen, Prüfversuche 1943

Gefahr eines Kahlfraßes für den Wald viel größer, weil die Raupen bis zum Stadium V bereits soviel gefressen haben können, daß ihr dann einsetzender Tod für den Wald keine Rettung mehr bedeutet. Bei einer solchen Population mit hoher Sterblichkeit erst im Altraupenstadium sollte deshalb bei genügend großer Zahl der Schädlinge eine Giftbestäubung in Erwägung gezogen werden.

Dies gilt in noch weit stärkerem Maße für die nur kränkliche Herkunft Dietzhausen/1943 (Abb. 3), die bei ihrer mittleren Sterblichkeit noch keinen Zusammenbruch erwarten läßt, sowie für die gesunde Herkunft Oberstadt/1944 (Abb. 4), wenn eine große Zahl von Schädlingen vorhanden ist. Die Prognose nach dem Gesundheitszustand muß daher immer durch die Prognose nach der Zahl ergänzt werden. Mit beiden

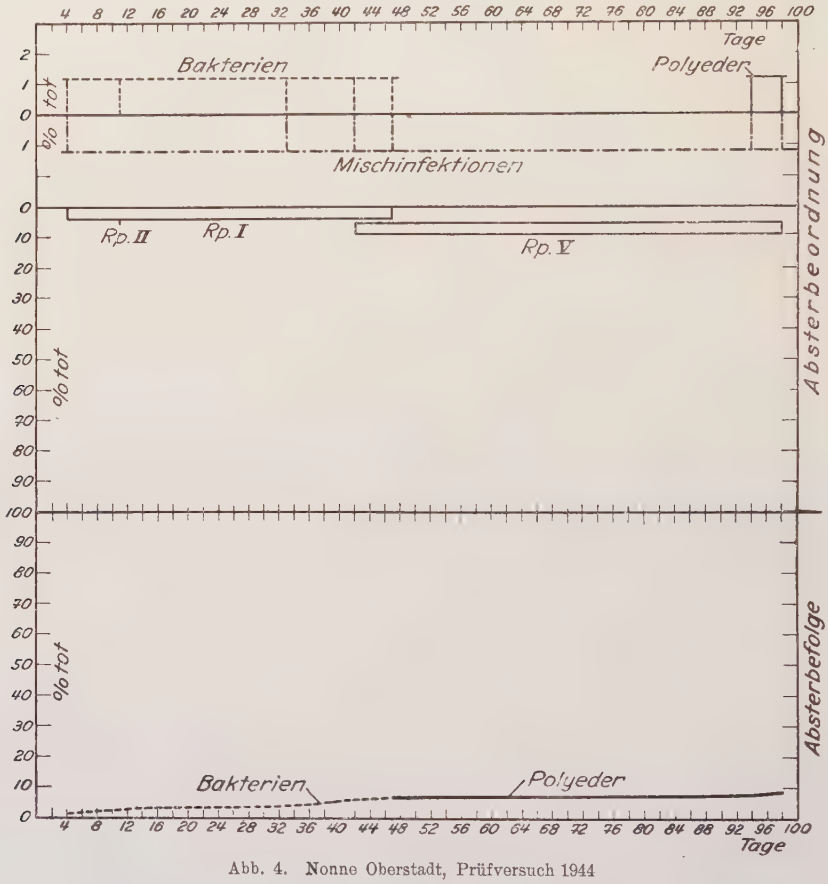

Abb. 4. Nonne Oberstadt, Prüfversuch 1944

Methoden zusammen dürfte dann aber heute die Vorhersage auf einer so breiten Grundlage stehen, daß es bei der Nonne und wahrscheinlich auch bei vielen anderen Schädlingen nunmehr möglich sein müßte, ein geschlossenes Bild vom An- und Abstieg einer Kalamität einschließlich des bisher noch nicht erfaßbaren Zusammenbruches so frühzeitig zu erhalten, daß etwa notwendige Bekämpfungsmaßnahmen rechtzeitig in die Wege geleitet werden können.

2. Herkünfte gleichen Ursprungs in verschiedenen Jahren

Da Populationsanalysen immer unter den gleichen und zwar optimalen äußeren Bedingungen durchgeführt werden, kann man nicht nur Herkünfte des gleichen Jahres miteinander vergleichen, sondern ebenfalls auch Herkünfte verschiedener Jahre. Ich habe daher aus Tabelle 1 die vier Herkünfte Keulrod, Oberstadt, Ahlstädt und Dietzhausen 1943 einmal gesondert mit den ihnen entsprechenden Herkünften des Jahres 1944 auf Tabelle 3 zusammengestellt, da bei diesen

Tabelle 3

	Herkunft	Zahl der Tiere	Sterblichkeit %	Gestorben an Schwäche %	Bakterien %	Polyedrie %	Mischinfektionen	Falter %
1943	Keulrod	128	97,6	0	15,6	82	55,5	2,4
	Oberstadt	152	79,7	0	11,9	67,8	40,8	20,3
	Ahlstädt	153	66,7	7,2	15,7	43,8	24,2	33,3
	Dietzhausen	89	44,9	1,1	13,5	30,3	25,9	55,1
1944	Keulrod	115	24,5	0,9	19,2	4,4	17,4	75,5
	Oberstadt	79	8,8	0	6,3	2,5	7,6	91,2
	Ahlstädt	70	25,7	1,4	20	4,3	18,6	74,3
	Dietzhausen	119	21,8	0	15,1	6,7	18,5	78,2

vier Herkünften die Eier in beiden Jahren aus demselben Distrikt gesammelt worden waren. Während die Herkünfte 1943 eine sehr hohe Sterblichkeit erkennen ließen, ist die Sterblichkeit im Jahre 1944 sehr gering. Auffallend ist es, daß in beiden Jahren die Sterblichkeit an Schwäche und an Bakteriosen nahezu gleichbleibend war, während die Polyedersterblichkeit auf ganz geringe Prozentsätze zurückgegangen ist. Die Verschiebung im Gesundheitszustand von Populationen dürfte daher im allgemeinen auf die Polyederkrankheit zurückzuführen sein. Eine Erklärung für die Sterblichkeitsunterschiede beider Jahre kann nur in der Tatsache gesucht werden, daß im Jahre 1943 der größte Teil der kranken und daher geschwächten Raupen entweder ihren Krankheiten oder sonstigen Schadfaktoren erlegen sind, denen die Tiere schwächerer physiologischer Konstitution leichter zum Opfer fallen als gesunde, und daß nur die besten, d. h. kräftigsten überlebend geblieben sind. Es hat somit eine Auslese im negativen Sinne stattgefunden, und diese übriggebliebenen gesunden Tiere können bei genügender Anzahl dann wieder zum Ausgangspunkt einer neuen Kalamität werden, wie wir es in Thüringen 1944 ja auch tatsächlich erlebt haben.

Weit klarer als die Zahlen der Tabelle 3 bringt wieder die graphische Darstellung in Form von Absterbeordnungen und Absterbefolgen zum Ausdruck, wie beträchtlich die Unterschiede der beiden Jahrgänge sind. Für die Herkünfte Oberstadt 1943 und 1944 sind die graphischen Darstellungen bereits auf den Abb. 2 und 4 erfolgt und

die Unterschiede besprochen worden, so daß ich hier darauf verweisen kann. Auf Abb. 1 habe ich aber außerdem noch einen weiteren Vergleich für Keulrod eingetragen, allerdings nur in der Absterbefolge, d. h. im unteren Drittel.

Während im Jahre 1943 ein außerordentlich starkes und sehr frühzeitiges Absterben, besonders an Polyedrie, zu erkennen ist, das in dem sehr frühen und steilen Anstieg der Kurve „alle tot" bis zu der hohen Gesamtsterblichkeit von 97,6 % zum Ausdruck kommt, zeigt die Absterbefolge von Keulrod 1944 zwar ein etwas stärkeres Absterben an Bakteriosen (Bakterien 1944), aber nur eine ganz geringe und sehr späte Sterblichkeit an Polyedrie (Polyeder 1944), die kaum noch von Bedeutung ist, wie der flache Verlauf und das kleine Stück der Polyederkurve deutlich sehen lassen. Auch steht die Gesamtsterblichkeit mit 24,4 % im Jahre 1944 in keinem Verhältnis mehr zu der hohen Gesamtsterblichkeit von 97,7 % im Jahre 1943.

Diese Herkunft Keulrod 1944 ist mithin gesund, während Keulrod 1943 ausgesprochen krank war, was an Hand der Absterbefolgen mit den kurzen Worten angegeben werden kann:

gesunde Herkunft = flacher Kurvenverlauf, niedriger Endwert,
kranke Herkunft = stark ansteigender Kurvenverlauf und hoher Endwert.

In den Thüringer Herkünften des Jahres 1943 und 1944 entsprach die Verschiebung im Gesundheitszustand beider Jahre einer Verbesserung der Tiere 1944 gegenüber denen von 1943. Eine solche Verbesserung wird wohl immer dann eintreten, wenn eine Kalamität zusammengebrochen ist. In diesem Falle sind ja alle kranken und schwächlichen Tiere durch Schwäche oder Infektionskrankheiten vernichtet worden und nur die gesunden Tiere übriggeblieben. Die Verseuchung der kommenden Generation muß daher gering und die Sterblichkeit entsprechend niedrig sein. Wird aber dann infolge günstiger Außenfaktoren wieder eine neue Kalamität ausgelöst, dann müßte mit der stärkeren allgemeinen Vermehrung auch wieder eine Zunahme der Verseuchung eintreten, weil durch die günstigen Außenfaktoren, die die Kalamität auslösen, ja auch alle schwächlichen Raupen zur Entwicklung kommen und im Verlaufe des Massenwechsels zu einer Verschlechterung der allgemeinen Konstitution der Tiere führen. WELLENSTEIN (1942) und auch MORS (1942) konnten dies bereits aus Freilandbeobachtungen feststellen, da mit zunehmendem Massenwechsel eine Verringerung des Weibchenanteiles, aber Zunahme von verkrüppelten Puppen und verkümmerten Schmetterlingen und Zunahme der allgemeinen Sterblichkeit zu beobachten war; und schon ZWÖLFER (1934) gibt an, daß bei Laboratoriumszuchten gleicher Herkunft, die unter gleichen Zuchtbedingungen in zwei aufeinanderfolgenden Jahren aufgezogen worden waren, bei den Raupen des ersten Jahres, die einer ansteigenden Massenvermehrung entstammten, eine viel geringere Sterblichkeit zu verzeichnen war, als bei den Raupen des zweiten

Jahres, die aus dem Höhepunkt der Kalamität hervorgegangen waren. Diese Beobachtungen und Ergebnisse entsprechen voll und ganz dem Bild, das ich aus meinen Versuchen gewonnen habe, daß also der Gesundheitszustand einer Population in aufeinanderfolgenden Jahren ganz verschieden sein kann, und daß der Zusammenbruch einer Massenvermehrung gleichbedeutend ist mit einer Verbesserung des Gesundheitszustandes, woraus der umgekehrte Vorgang einer Verschlechterung des Gesundheitszustandes bei ansteigender Massenverseuchung gefolgert werden muß.

3. Gleiche Herkünfte in gleichen Jahren

Während die bisherigen Feststellungen dieser Arbeit über die Verschiedenheit des Gesundheitszustandes von Nonnenherkünften gleicher und aufeinanderfolgender Jahre hauptsächlich für die praktische Prognose von Bedeutung waren, sind die nunmehr zu besprechenden Untersuchungen über die Veränderung des Gesundheitszustandes im Verlaufe ein und desselben Jahres vor allem wichtig für die Durchführung von experimentellen Forschungen im Laboratorium. Es galt nämlich festzustellen, ob Eier, die im Kühlschrank überlagert haben, zu jeder Zeit des Jahres gleichwertiges Versuchsmaterial ergeben, oder ob bei längerem Überlagern Schädigungen entstehen, die die Eier für Versuchszwecke mehr oder minder untauglich machen.

Von einigen Herkünften wurde darum außer dem früh angesetzten Prüfversuch noch eine weitere Aufzucht zu einem späteren Termin herangezogen. Tabelle 4 bringt eine derartige Versuchsserie mit Nonnen aus Oberstadt, die bei ihrem frühen Ansatz vom 16. Februar

Tabelle 4

Herkunft	Stadium	Anzahl der Toten	Sterblichkeit %	Sterbezeit in Tagen	Gestorben an: Schwäche %	Bakterien %	Polyedrie %	Falter %
Oberstadt 1944 79 Tiere angesetzt am 16. 2. 44	I	3	3,7	4—47	0	3,7	0	
	II	1	1,3	11	0	1,3	0	
	III	0	0	—	0	0	0	
	IV	0	0	—	0	0	0	
	V	3	3,8	42—98	0	1,3	2,5	
	I—V	7	8,8	4—98	0	6,3	2,5	91,2
Oberstadt 1944 99 Tiere geschlüpft am 10. 7. 44	I	91	91,9	4—15	33,3	29,3	29,3	
	II	5	5,1	12—22	0	5,1	0	
	III	1	1	18	1	0	0	
	IV	0	0	—	0	0	0	
	V	0	0	—	0	0	0	
	I—V	97	98	4—22	34,3	34,4	29,3	2

1944 mit der geringen Gesamtsterblichkeit von 8,8 % die gesundeste Herkunft des Jahres 1944 war, wie bereits mehrfach in anderem Zusammenhange zur Sprache kam. Beim späten Ansatz vom 10. Juli

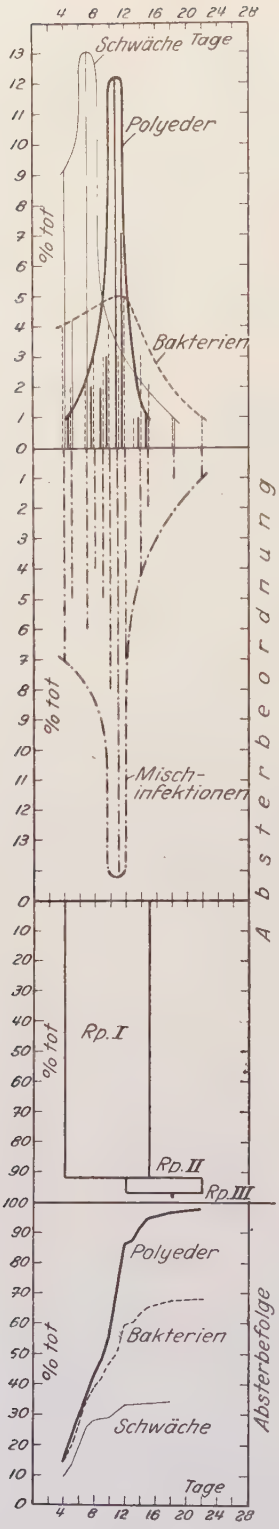

Abb. 5. Nonne Oberstadt, 1944
Spätansatz

1944 stieg die Gesamtsterblichkeit jedoch auf 98 % an. Auffallend war dabei die Zunahme der Schwächetoten von 0 auf 34,3 %. Aber auch die Bakteriosen und die Polyedrie als Infektionskrankheiten stiegen auf sehr viel höhere Werte an. Die gleiche Herkunft Oberstadt, die beim Frühansatz einen durchaus gesunden Eindruck machte, erschien bei einem wenige Monate späteren Ansatz ausgesprochen krank. Diese Verschlechterung des Gesundheitszustandes konnte aber bei dem Fehlen sonstiger Schadfaktoren nur auf die lange Überlagerung der Eier im Kühlschrank zurückgeführt werden, die eine Schwächung des physiologischen Zustandes der jungen Räupchen schon im Ei zur Folge gehabt haben mußte. Betrachten wir uns nämlich einmal die Stadien, in denen das größte Absterben beim späten Ansatz stattfindet, so sehen wir, daß das Schwergewicht der Sterblichkeit im Stadium I liegt, in welchem 91 von 99 Raupen zugrundegegangen sind. Da diese auffallenden Veränderungen graphisch noch viel deutlicher in Erscheinung treten, wurde auf Abb. 5 die Sterblichkeit der Herkunft Oberstadt vom 10. Juli 1944 noch einmal kurvenmäßig dargestellt. In der Absterbeordnung fällt vor allem der starke Anteil der Schwächetoten auf, deren Sterblichkeit sich auf ganz wenige Tage zusammendrängt und daher zu einem besonders frühen und hohen Maximum hinführt. Soweit die Tiere nicht an Schwäche eingegangen sind, wurden sie dann von den Infektionskrankheiten dahingerafft. Auch dieses Absterben findet in frühester Jugend statt, da infolge ihrer geschwächten Konstitution bei den Raupen keine Widerstandskraft mehr vorhanden ist, um den Krankheitskeimen entgegenzuwirken. In den Kästchen der Absterbeordnung kommt diese hohe Sterblichkeit im Stadium I womöglich noch viel deutlicher zum Ausdruck, und auch die Absterbefolge zeigt einen entsprechend starken Steilanstieg der Kurven in der Jugend. Ein Vergleich mit der auf Abb. 4 bereits früher dargestellten Herkunft Oberstadt vom 16. Februar 1944 läßt die Verschlechterung

im Gesundheitszustand einer Population bei spätem Ansatz ganz besonders deutlich in Erscheinung treten.

Im gleichen Versuchsgang wurde noch eine zweite relativ gesunde Herkunft geprüft, und zwar die Herkunft Schleusingen, die bei frühem Ansatz eine Gesamtsterblichkeit von 24 % gezeigt hatte. Auch hier nahm die Sterblichkeit nach einem nochmaligen späteren Ansatz am 5. Oktober 1944 auf 100 % Tote zu (Tabelle 5). Da diese spät angesetzte Schleusinger Herkunft aber ursprünglich als Zucht bestimmt und erst vom Stadium IV ab protokollarisch als Kontrolle geführt und mikroskopisch auf Totenbefund untersucht worden war, ist ein exakter Vergleich der Todesursachen im einzelnen hier nicht möglich, wenn auch die vom Stadium IV ab festgestellten Befunde in der Tabelle eingetragen worden sind. Exakt vergleichbar sind in diesem Versuche nur die Werte für die Gesamtsterblichkeit, die von 24 % beim frühen Ansatz auf 100 % beim späten Ansatz angestiegen sind und damit zu demselben Ergebnis geführt haben, wie bei den eben besprochenen Versuchen Oberstadt. Auch hierfür kann wegen des Mangels anderer Schadfaktoren nur die lange Überlagerung der Eier im Kühlschrank verantwortlich gemacht werden, die den physiologi-

Tabelle 5

Herkunft	Zahl der Tiere	Stadium	Sterblichkeit %	Gestorben an Schwäche %	Bakterien %	Polyedrie %	Falter %
Schleusingen 1944 angesetzt am 16. 2. 44	96	I—V	24	0	18,8	5,2	76
Schleusingen 1944 angesetzt am 5. 10. 44	55	IV—V	100	3,7	41,8	54,5	0

Tabelle 6

Herkunft	Stadium	Anzahl der Toten	Sterblichkeit %	Sterbezeit in Tagen	Gestorben an Schwäche %	Bakterien %	Polyedrie %	Falter %
Keulrod 1943 174 Tiere angesetzt am 28. 5. 43	I	163	93,6	2—29	69	20,4	4,2	
	II	6	3,5	31—50	0	0,6	2,9	
	III	3	1,7	32—37	0	0	1,7	
	IV	0	0		0	0	0	
	V	1	0,6	56	0	0,6	0	
	I—V	173	99,4	2—56	69	21,6	8,8	0,6
Dietzhausen 1943 519 Tiere angesetzt am 28. 5. 42	I	469	90,4	4—30	78	8,3	4,1	
	II	25	4,8	21—36	0,2	1,3	3,3	
	III	19	3,7	27—34	0,2	0,4	3,1	
	IV	1	0,2	17	0	0	0,2	
	V	1	0,2	43	0	0	0.2	
	I—V	515	99,3	4—43	78,4	10	10,9	0,7

schen Zustand der Räupchen im Ei schon auf das schwerste geschädigt hat.

Daß auch andere Schadfaktoren zu einer ähnlich hohen Sterblichkeit in frühester Jugend führen können, zeigen Versuche auf Tabelle 6 mit Raupen aus Keulrod und aus Dietzhausen. Beide Versuche waren als sogenannte Desinfektionsversuche angesetzt worden, bei denen durch äußerliche Beizung der Eier mit bestimmten Desinfektionsmitteln außen anhaftende Krankheitskeime inaktiviert und dadurch gesunde Raupenaufzuchten erhalten werden sollten. (JANISCH 1936, 1942, LETJE 1939, BERGOLD 1942, 1943, ROEGNER-AUST 1947, 1948). Beide Versuche konnten aber nicht als Desinfektionsversuche zu Ende geführt werden, weil der größte Teil der Raupen bereits im Stadium I verendete. Dies waren im Versuch Keulrod 163 von 173 Raupen und im Versuch Dietzhausen 469 von 519 Raupen. In beiden Fällen war die Sterblichkeitsursache hauptsächlich Schwäche, die jedoch bei diesen Aufzuchten nicht durch allzulange Überlagerung der Eier im Kühlschrank verursacht worden sein konnte, da beide Versuche bereits am 28. Mai 1943 angesetzt worden waren, also zu einer Zeit, die noch gerade zum Frühansatz zulässig sein mag. (Eine genaue Grenze der kritischen Überlagerungszeit konnte aus Materialmangel und dem mit der Auflösung der Dienststelle im April 1945 zwangsläufig verknüpften Abbruch der Untersuchungen in der C. S. R. nicht mehr ermittelt werden.) Die Raupen beider Versuche waren aber nicht wie sonst mit Eicheln gefüttert worden, sondern mit jungen Apfelblättern, die sehr schnell welkten und sich bräunlich verfärbten. Es mußte daher angenommen werden, daß diese Apfelblätter die Ursache für die hohe Sterblichkeit der Stadien I gewesen sind, und daß mithin schlechte futtermäßige Behandlung — wohl einfach Hungerwirkung, die sich bei schwächeren Tieren stärker auswirkt — denselben Sterblichkeitseffekt hervorrufen kann, wie lange künstliche Überlagerung der Eier im Kühlschrank. Beides äußert sich in einer frühen und sehr hohen Jugendsterblichkeit. Schon ZWÖLFER (1933) macht in einem anderen Zusammenhange darauf aufmerksam, daß Einzelversuche einer Serie, wie auch als Kontrolle geplante Wiederholungen, möglichst gleichzeitig anzusetzen sind, namentlich beim Arbeiten mit jüngeren Entwicklungsstufen. ZWÖLFER führt als Begründung für diese Forderung den inzwischen eingetretenen Fortschritt in der Entwicklung der Nährpflanze in freier Natur an, wodurch die gleiche Futterbeschaffenheit bei zeitlich auseinanderliegenden Versuchen nicht mehr gesichert sei.

Zum Schluß sei noch gezeigt, wie sich die Kühlschranküberlagerung auf Eier einer kranken Herkunft auswirkt (Tabelle 7). Als Versuchspopulation wurde wieder Keulrod 1943 als kränkste Herkunft des Jahres ausgewählt und am 6. Juli 1943 ein zweites Mal zum Schlüpfen angesetzt. Die Gesamtsterblichkeit blieb mit 96,6 % praktisch gleich, aber die Verteilung der Toten nach ihrer Sterblichkeitsursache erfuhr wieder eine Verschiebung in obiger Richtung; denn

Tabelle 7

Herkunft	Stadium	Anzahl der Toten	Sterblichkeit %	Sterbezeit in Tagen	Gestorben an Schwäche %	Bakterien %	Polyedrie %	Falter %
Keulrod 1943 128 Tiere angesetzt am 3. 2. 42	I	41	31,9	2—31	0	11,7	20,2	
	II	17	13,3	18—38	0	3,1	10,2	
	III	21	16,4	23—32	0	0	16,4	
	IV	18	14,1	30—59	0	0,8	13,3	
	V	28	21,9	35—71	0	0	21,9	
	I—V	125	97,6	2—71	0	15,6	82	2,4
Keulrod 1943 117 Tiere angesetzt am 6. 7. 43	I	41	35,1	3—32	11,1	15,4	8,6	
	II	15	12,8	11—31	0	3,4	9,4	
	III	11	9,4	24—35	0	1.7	7,7	
	IV	18	15,4	27—45	0	1,7	13,7	
	V	28	23,9	32—62	0	3.4	20.5	
	I—V	113	96,6	3—62	11,1	25,6	59,9	3,4

während beim Frühansatz vom 3. Februar 1943 gar keine Schwäche- und nur wenige Bakterientote vorhanden waren, dafür aber um so mehr Polyedertote, zeigte sich nach spätem Ansatz eine stärkere Zunahme an Schwäche- und Bakterientoten und eine dementsprechende Verringerung der polyedertoten Raupen. Diese Ergebnisse bei einer kranken Herkunft liegen mit den Ermittlungen bei gesunden Herkünften auf gleicher Linie. In beiden Fällen nimmt die Jugendsterblichkeit der Raupen an Schwäche- und Bakterientoten zu. Während dann aber bei gesunden Herkünften auch die Polyedersterblichkeit ansteigen kann — es ist ja ein weiter Spielraum vorhanden — ist dies bei einer von vornherein kranken Herkunft, wie Keulrod, mit ihrer an sich fast hundertprozentigen Sterblichkeit natürlich nicht mehr möglich. Hier kann die Polyedrie zum Schlusse nur noch mit denjenigen Raupen aufräumen, die bisher noch nicht an Schwäche oder den schnell wirkenden Bakterien eingegangen sind. Je höher daher die Anfangssterblichkeit an Schwäche oder Bakteriosen ist, desto geringer wird die Zahl der an Polyedrie verendenden Raupen sein. Dieses wirkt sich sogar schon innerhalb der Sterblichkeit des Stadiums I aus. Während die Polyedersterblichkeit bei Frühansatz noch 20,2 % betrug, ist sie beim späten Ansatz auf 8,6 % zurückgefallen, da der größte Teil der Raupen schon vorher an Schwäche und an Bakteriosen abgestorben ist, ehe die Polyedrie als Krankheit zur Wirkung kommen konnte. Während also bei einer gesunden Herkunft nach Spätansatz eine ausgesprochene allgemeine Zunahme der Sterblichkeit eintreten kann, die mit einer Zunahme der Schwächetoten beginnt und mit einer Zunahme der Polyedertoten endigt, kann sich bei den kranken Herkünften der Spätansatz nur auf eine Verschiebung innerhalb der einzelnen Sparten zugunsten der Schwäche- und der Bakterientoten beschränken. In jedem Falle aber wird ein

beträchtliches Anwachsen von schwächetoten Raupen im Stadium I bemerkbar, das auf eine Schädigung der physiologischen Konstitution der Raupen im Ei durch übermäßig lange Lagerung der Eier im Kühlschrank zurückzuführen ist.

Diese Versuche und ihre Ergebnisse sollten für das zukünftige Arbeiten im Laboratorium Wegweiser werden. Während vielfach bisher im physiologischen Experiment alle Versuchspopulationen in ihrer Bewertung einander gleichgesetzt worden sind, ist das nach den nunmehr gewonnenen Erfahrungen in Zukunft nicht mehr möglich. Es ist ja nicht nur der Gesundheitszustand von Populationen selbst aus nahe benachbarten Gebieten sehr verschieden, nein, auch die Eier gleicher Herkünfte ergeben im Verlaufe eines Jahres immer kränkere Aufzuchten. Aus beidem ergibt sich, daß bei wichtigen Versuchen 1. durch sorgfältige Populationsanalysen vor dem Ansatz eine möglichst gesunde Herkunft ausgewählt werden müßte, damit die Versuche beweiskräftig sind, und daß 2. diese Versuche nur im zeitigen Frühjahr durchgeführt werden sollten, solange die zum Ansatz bestimmten Eier durch ihre Lagerung im Kühlschrank noch keine Schädigung erfahren haben. Beide Gesichtspunkte sind wichtig für die Beurteilung der Infektiosität eines Krankheitserregers oder für die Wirksamkeit eines Giftmittels. Nur bei einer nachweislich gesunden Versuchspopulation können ja die eintretenden Todesfälle auf den eingeführten Krankheitserreger oder das Giftmittel zurückgeführt werden, wobei ich vor allem an Infektionsversuche bei Nonnen und anderen Raupen mit der Polyederkrankheit denke, da deren inzwischen nachgewiesene Übertragung i m Ei (JANISCH und ROEGNER-AUST 1943, ROEGNER-AUST 1947, 1948) wahrscheinlich sämtliche Raupenpopulationen mehr oder minder verseucht sein läßt. Ich habe ja auch in a l l e n Nonnenpopulationsanalysen das Auftreten von Polyedrie — und sei es auch nur in einem sehr geringen Maße — feststellen müssen. Selbst bei Seidenraupen, die seit vielen Jahren keinen klinischen Fall von Gelbsucht hatten erkennen lassen, konnte in den Zellkernen der Blutzellen fast aller Raupen die leuchtende Ringzone mit den ersten Anfängen der Polyederbildung nachgewiesen werden (ROEGNER-AUST 1947, 1948), so daß das Vorkommen wirklich gesunder Herkünfte stark bezweifelt werden muß. Wahrscheinlich werden Polyedrie und auch die Bakteriosen immer in den Tieren vorhanden sein, wenn sie auch nicht immer zum Ausbruch zu kommen brauchen; und es wäre demnach vielleicht richtiger, gar nicht von gesunden, sondern nur von latent kranken Herkünften zu sprechen. In einem solchen Falle ist aber doppelte Vorsicht geboten, und es sollte daher der natürliche Gesundheitszustand einer Versuchspopulation nach Möglichkeit bekannt sein, wenn Infektions- oder Giftversuche durchgeführt werden, um über die tatsächliche Wirkung eines Krankheitsstoffes oder eines Giftmittels urteilen zu können. Eine natürlich kranke Herkunft wird ja sehr viel stärker in Mitleidenschaft gezogen werden, als eine natür-

lich gesunde, und die erzielte Wirkung dann nicht der tatsächlichen Infektions- oder Giftkraft, sondern zu einem großen Teile nur dem natürlichen Krankheitszustand entsprechen. Mancher Mißerfolg eines im Laboratorium als gut erprobten Mittels bei seiner Anwendung in der Praxis mag darauf zurückzuführen sein. Falls keine vorherige Gesundheitsanalyse hat stattfinden können, dann sollten wenigstens die Kontrollen in Form sorgfältigster Populationsanalysen durchgeführt werden. Die dabei anfallende Mehrarbeit ist gering und steht in keinem Verhältnis zu dem sachlichen Gewinn, der zu erzielen ist. Eine etwa nur am Anfang des Jahres durchgeführte Populationsanalyse hat ja keine Dauergültigkeit, wie nach den Ausführungen im Kapitel 3 zu sehen war; sie muß zu jedem neuen Versuche wiederholt werden, um immer wieder ein Bild über den jeweiligen Gesundheitszustand des benutzten Versuchsmaterials erhalten zu können. Außerdem sollten entscheidende Infektions- und Giftversuche, wie auch Prüfversuche für Prognosen bei Nonnen überhaupt nur im frühen Frühjahr angesetzt werden, da zu dieser Zeit die Eier noch nicht durch allzulange Überlagerung geschädigt sind, sondern in ihrem Gesundheitszustand dem tatsächlichen Gesundheitszustand der Raupen im Walde entsprechen. Bei späteren Ansatzzeiten hat sich der Gesundheitszustand verschlechtert, der natürliche Ausfall an Toten ist immer größer geworden und es ist nun ebensowenig mehr eine Übertragung auf Freilandverhältnisse, als auch wieder eine richtige Beurteilung von Infektions- und Giftkraft möglich.

Während für Infektions- und Giftversuche möglichst gesundes Tiermaterial benötigt wird, sind umgekehrt für Desinfektionsversuche möglichst kranke Herkünfte zu verwenden. Bei Desinfektionsversuchen soll ja, wie schon einmal kurz erwähnt, durch Beizung von Eiern vor ihrem Schlüpfansatz die Oberfläche dieser Eier von allen außen anhaftenden Krankheitskeimen, wie z. B. Polyedern, befreit werden. Gelingt es nach einer solchen Beizung, hundertprozentig gesunde Raupenaufzuchten zu erhalten, dann wäre damit bewiesen, daß die Übertragung der Krankheiten — in diesem Falle der Polyedrie — nur durch Infektion außen am Ei, aber nicht im Ei als Keimesübertragung vor sich ginge. Bei solchen Versuchen wäre eine gesunde Population gar nicht am Platze, weil die Gesundheit der Tiere dann allzuleicht auf die Wirkung des Beizmittels zurückgeführt werden könnte. Hier ist nur eine kranke Herkunft angebracht. Wenn dann nämlich nach Beizung der Eier keine Todesfälle mehr auftreten, dann konnte mit Recht erwiesen sein, daß eine Keimesübertragung hier nicht vorliegt, sondern daß die Polyederkrankheit nur durch äußere Infektion Verbreitung findet. Das benutzte Beizmittel wäre dann wirklich imstande gewesen, völlig gesunde Aufzuchten zu vermitteln. Aber weder Janisch (1942) noch Roegner-Aust (1947, 1948) haben nach Beizung der Eier bei natürlich kranken Nonnenherkünften gesunde Raupenaufzuchten erhalten können, so daß dieses Versuchsergebnis — zu-

sammen mit anderen — als Beweis für die Übertragung des Polyedererregers im Ei herangezogen werden konnte (ROEGNER-AUST 1947, 1948).

Mit diesen Überlegungen über experimentelles physiologisches Arbeiten im Laboratorium und den bereits in Kapitel 1 und 2 besprochenen Nutzanwendungen auf dem Gebiete der praktischen Prognose dürfte der Wert und die dringende Notwendigkeit von populationsanalytischen Untersuchungen erwiesen worden sein, die noch eine weitere Erhärtung finden werden durch die von WUNDRIG und JANISCH folgenden Veröffentlichungen zu diesem Thema.

Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Populationsanalytische Untersuchungen nach der Sterblichkeit dienen zur Erfassung des natürlichen Gesundheitszustandes von Nonnenpopulationen. Die Ermittlungen geschehen im Optimum nach JANISCH (21,5 ° und 90—95 % relativer Luftfeuchtigkeit) und werden an Hand von tabellarischen und graphischen Absterbeordnungen und Absterbefolgen ausgewertet.
2. Der natürliche Gesundheitszustand von Raupenherkünften ist außerordentlich variabel, wie Aufzuchten aus den verschiedensten Gebieten Deutschlands bewiesen haben. Selbst in Walddistrikten, die ziemlich nahe beieinander liegen, zeigen sich große Unterschiede. Dieses Ergebnis erscheint in der Praxis auswertbar für eine Prognose nach dem Gesundheitszustand, die insbesondere den meist durch Krankheiten verursachten Zusammenbruch einer Kalamität erfassen soll, der durch die übliche Prognose nach der Zahl bisher noch nicht erfaßbar war.
3. Der natürliche Gesundheitszustand jeder einzelnen Herkunft ändert sich von Jahr zu Jahr, wie Aufzuchten gleichen Ursprungs in aufeinanderfolgenden Jahren erkennen ließen. Dabei zeigt sich, daß der Zusammenbruch einer Kalamität eine Verbesserung des Gesundheitszustandes zur Folge hat, weil alle kranken und schwächlichen Tiere ausgemerzt werden. Bei ansteigender Kalamität findet aus den umgekehrten Gründen eine laufende Verschlechterung statt.
4. Der natürliche Gesundheitszustand jeder einzelnen Herkunft bleibt selbst nicht während eines einzigen Jahres gleich, wie Laboratoriumsaufzuchten zu verschiedenen Ansatzterminen in jeweils einem Jahr beweisen konnten. Bei spätem Ansatz nimmt die Sterblichkeit erheblich zu, und zwar besonders in den ersten Raupenstadien. Die Ursache für diese erhöhte Jugendsterblichkeit liegt in der langen Überlagerung der Eier im Kühlschrank, die eine Schwächung der natürlichen physiologischen Konstitution der jungen Raupen im Ei zur Folge hat. Prüfversuche für Prognosen müssen daher im zeitigen Frühjahr angesetzt werden,

solange der natürliche Gesundheitszustand der Herkünfte noch nicht geschädigt ist und dem natürlichen Zustand der Raupen im Walde entspricht. Auch andere wichtige Versuche, wie Infektions- und Giftversuche, sollten nach Möglichkeit im Frühjahr durchgeführt werden, weil später der natürliche Ausfall an Toten immer größer und das Versuchsergebnis immer unsicherer wird.

5. Durch Populationsanalysen lassen sich gesunde Herkünfte für Infektions- und Giftversuche und kranke Herkünfte für Desinfektionsversuche ermitteln.
6. Auch Kontrollen sollten nur in Form von Populationsanalysen durchgeführt werden, um immer dem natürlichen Gesundheitszustand der zum Versuch benutzten Populationen Rechnung tragen zu können.

Schrifttum

Bergold, G., Polyederfreie Insektenzuchten. Die Naturwissenschaften **30**, 1942.

— — Über Polyederkrankheiten bei Insekten. Biologisches Zentralblatt **63**, 1943.

Janisch, E., Untersuchungen über die Ökologie und Epidemiologie der Nonne. 1. Die Abhängigkeit der Entwicklungsdauer von Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Arb. Biol. Reichsanstalt **20**, 1933.

— — Physiologische Grundlagen der Nonnenprognose. Anz. Schädlingskunde **12**, 1936.

— — Die Bedeutung des Optimums für den Massenwechsel forstschädlicher Insekten. Verh. VII. Intern. Kongr. Entom. **3**, 1934, 1938.

— — Das klimatische Optimum der Nonnenraupe. Mitt. Forstwirtschaft u. Forstwissenschaft 1938 (a).

— — Untersuchungen über den Massenwechsel von Schadinsekten. Ztschr. Pflanzenkrankheiten (Pflanzenpathologie) u. Pflanzenschutz **48**, 1938(b).

— — Massenvermehrung forstlicher Schadinsekten. Dtsch. Forstzeitung **10**, 1941.

— — Mischinfektionen bei Nonnenraupen. Arb. physiol. ang. Ent. **9**, 1942.

Janisch, E. und Roegner-Aust, Sophia, Der Erreger der Polyederkrankheit bei Nonnenraupen. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutz Nr. 2, 1943.

Mors, H., Untersuchungen zur Nonnenprognose Wellensteins und die Bedeutung gradologischer Merkmale. In: Die Nonne in Ostpreußen, von G. Wellenstein. 1942.

Roegner-Aust, Sophia, Der Infektionsweg bei der Polyederkrankheit der Nonne. Die Naturwissenschaften **34**, 1947.

— — Der Infektionsweg bei der Polyederepidemie der Nonne. Ztschr. ang. Ent. **31**, 1949.

Wellenstein, G., Zum Massenwechsel der Nonne. In: Die Nonne in Ostpreußen. 1942.

— — Überwachung der Nonne und Vorhersage ihrer Massenvermehrung. In: Die Nonne in Ostpreußen. 1942.

Zwölfer, W., Studien zur Ökologie, insbesondere zur Bevölkerungslehre der Nonne *Lymantria monacha* L. (Vermehrungspotential und Sterblichkeit der Entwicklungsstufen in ihren Beziehungen zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit.) Ztschr. ang. Ent. **20**, 1933.

— — Die praktische Bedeutung der verbesserten Temperatursummenregel in der Forstentomologie. Verh. Dtsch. Ges. ang. Ent. 1934.

— — Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne *(Lymantria monacha* L.) und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. Ztschr. ang. Ent. **21**, 1935.

Aus der Bayerischen Biologischen Versuchsanstalt, München
Vorstand: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. R. Demoll

Einige Beobachtungen über die Wirkung von DDT- und Hexapräparaten auf Fische

Von

Dr. Sophia Roegner-Aust (München)

I. Zur Wirkung von Gesarol auf Fische

Über die im Pflanzenschutz jetzt viel verwendeten Kontaktinsektizide Dichlor-diphenyl-trichlormethylmethan (DDT) und Hexachlorcyclohexan (666) liegen hinsichtlich ihrer Wirkung auf Fische in der Literatur bisher nur wenige Berichte vor. Diese Frage kann aber unter Umständen bedeutungsvoll werden, wenn bei großen Forstbestäubungen mittels Flugzeug im Walde diese Gifte benutzt und dabei auch fischereiliche Betriebe oder freie Fischgewässer betroffen werden.

Wie Wiesmann (1943, nach Riemschneider 1947) [1]) mitgeteilt hat, soll Gesarol für Fische harmlos sein. Cottam u. Higgins (1946) beobachteten bei Forstbestäubungen mittels Flugzeug in Ontario und verschiedenen anderen Teilen der USA., daß DDT in Öl gelöst gegenüber Fischen von geringerer Wirksamkeit ist als in Emulsionen, und daß durch Suspensionen wenig Fische getötet werden. Bandt (1946, 1947) berichtete, daß Gesarol als Forstbestäubungsmittel, nicht als Mückenvertilgungsmittel, Fische weit weniger schädigt, als die anderen bisher gebräuchlichen Forstschutzmittel, z. B. Dinitroorthokresole oder Derris/Pyrethrum; seine Versuche mit Barschen und Plötzen ergaben eine Schadwirkung erst bei Aufschlämmungen von 0,014 % und mehr; Fischnährtiere, wie Insektenlarven und Krebstiere, sollen allerdings durch Gesarol leicht in Mitleidenschaft gezogen werden, doch wird dieser Tatsache in Anbetracht der künstlichen Fütterung bei Fischzuchtteichen nicht allzuviel Bedeutung beigemessen, sofern eben die Fische selbst am Leben bleiben. Rohrmoser (1947) beschrieb Mückenbekämpfungsaktionen mittels DDT in Berlin und den umgebenden Seen, die zu einer äußerst starken Vernichtung der Mücken und ihrer Larven, weniger der Puppen, führten. Von einer Wirkung auf Fische erwähnt er nichts. Götz (1948) berichtete dann über einige Labora-

[1]) Die Arbeit von Wiesmann (1943) war mir leider nicht zugänglich.

toriumsversuche mit Gesarol, die er auf Grund einer Notiz der Herstellerfirma Geigy (Basel) unternommen hat, nach der 0,2prozent. Gesarol beim Goldfisch *(Carassius auratus* L.) und bei der Goldorfe *(Cyprinus orfus* L.) ohne Wirkung sei, wie Versuche der chemischen Fabrik Schering, A.-G., Berlin, ergeben hätten. Götz kann diese Angaben für seinen Versuchsfisch *Abramis* nicht bestätigen, da er bereits bei Anwendung von nur 0,001prozent. Spritzgesarol schon nach 24 Stunden bei einigen Fischen schwerwiegende Schädigungen in Form von Gleichgewichtsstörungen erhielt, die bei längerer Fortdauer des Versuches immer deutlicher hervortraten und nach 96 Stunden schließlich zu den ersten Toten führten. Das Sterben zog sich also über einen recht langen Zeitraum hin und entsprach somit den Erfahrungen, die man bei Insekten bereits gemacht hatte. Die nach 96 Stunden noch lebenden Fische kamen in gewöhnliches Wasser zurück, gingen aber trotzdem im Verlaufe der drei nächsten Tage alle ein.

Über entsprechende Versuche mit Hexapräparaten bei Fischen habe ich in der für mich zugänglichen Literatur nur die Angabe gefunden, daß, nach Slade (1945), Hexamittel gegenüber Fischen eine ähnlich hohe Giftwirkung besitzen, wie bei Insekten. Von den verschiedenen Isomeren des Hexachlorcyclohexans erwies sich insbesondere das Gammaisomer schon bei einer Konzentration von $1/10^6$ (= 0,0001 %) als sehr giftig.

Es erschien daher erwünscht, über die Wirkung dieser neuen Kontaktinsektizide auf Fische durch Versuche größeren Umfanges einmal ganz genaue Angaben zu erhalten für den Fall, daß aus der Praxis Schadenersatzansprüche dieser Art gestellt werden würden. Ich habe daher gleichlaufende Versuche mit einem im Handel befindlichen Stäubegesarol (später auch Spritzgesarol) der Firma Spiess & Sohn, Kleinkarlbach über Grünstadt a. d. Weinstraße, und einem noch nicht im Handel befindlichen Hexachlorcyclohexan aus dem chemischen Laboratorium Dr. Dietrich Frickhinger, München, durchgeführt [1]). Über die Versuchsergebnisse beider Insektizide werde ich jedoch getrennt berichten und bringe in der vorliegenden Veröffentlichung als erstes die Ergebnisse über den Einfluß von Gesarol auf Fische.

Da es zunächst interessierte, ganz allgemein etwas über das Verhalten von Stäubegesarol, das zur Bekämpfung forstlicher Schädlinge von deutscher Seite zur Zeit vornehmlich verwendet wird, im Wasser zu erfahren, wurden auf die Wasseroberfläche eines 50 × 30 × 26,5 cm großen Versuchsaquariums 80 g Gesarol aufgestäubt. Diese Menge wurde deshalb gewählt, um eine Konzentration von 0,2 % zu erhalten, mit der die Firma Schering, A.-G., Berlin, seinerzeit ihre ersten Versuche bei Goldfischen und Goldorfen durchgeführt hatte. Das aufgestäubte Gesarol verteilte sich sofort über die ganze Wasseroberfläche bis zu den Rändern des Aquariums und bildete hier eine dichte,

[1]) Versuche mit E 605 befinden sich jetzt ebenfalls in Bearbeitung.

zusammenhängende Schicht, in der noch größere und kleinere Klumpen des Staubes eingelagert waren. Unmittelbar nach dem Aufstäuben begann es dann in feinsten bis zu gröberen Partikeln abzusinken, so daß das Wasser in kürzester Zeit vollkommen trübe war. Auf dem Boden sammelte es sich in einer entsprechend dicker und dichter werdenden Schicht an. Stäubegesarol geht mit dem Wasser keine echte Lösung ein, sondern stellt nur eine Suspension, d. h. eine Aufschwemmung kolloidal verteilter feinster Substanzen dar. Besondere Filtrationsversuche, auf die ich später noch zu sprechen komme, dürften diese Beobachtung bestätigen.

Wenn man nunmehr, ausgehend von der Tatsache, daß bei einer Forstbestäubung fließende und stehende Gewässer betroffen werden können, in einem solchen mit Gesarol bestäubten Aquarium den Lüfter einstellt, um Bewegung hineinzubringen, und im Gegensatze dazu ein zweites Aquarium gänzlich ruhig stehen läßt, dann ist im ersten Falle sämtliches Gesarol im Verlaufe von 24—30 Stunden je nach Stärke der Durchlüftung auf den Boden abgesunken und das Wasser wieder klar geworden. Diese Aufklärung beginnt bei der Lüftung als Stelle der stärksten Bewegung und schreitet von hier aus fort durch das ganze Aquarium. Hat sich das Gesarol erst einmal völlig auf dem Boden abgesetzt, dann findet durch die immer nur gleichbleibende Bewegung des Durchlüftens keine weitere Aufwirbelung mehr statt. Beim Einsetzen von Fischen oder Anstellen des Zulaufes erfahren diese Verhältnisse natürlich eine Änderung.

Wesentlich anders verläuft der Prozeß in dem zweiten bewegungslosen Aquarium. Nach einem anfänglichen Absinken feinerer und vor allem gröberer zusammengeklumpter Teilchen bleibt der weitaus größte Teil des aufgestäubten Gesarols hier auf der Wasseroberfläche liegen und bedeckt diese wie mit einer dichten Haut. Das Wasser zwischen oberflächlicher Haut und der den Boden bedeckenden Schicht erscheint vollkommen klar. Dieser Zustand kann wochenlang erhalten bleiben. Ich habe z. B. ein solches Aquarium vier Wochen lang stehen gelassen, und immer noch war es bedeckt von einer zusammenhängenden Gesarolhaut, die allerdings mit der Zeit immer dünner geworden war, weil anscheinend doch ein fortdauerndes, wenn auch nur vereinzeltes Absinken des auflagernden Staubes stattgefunden hatte. Bringt man in einem solchen Aquarium oder anderen Versuchsbecken dann aber das Wasser durch Stoß gegen das Becken oder Anstellen des Zulaufes oder auch durch bloßes Überblasen über die Oberfläche in plötzliche starke Bewegung, so sinkt das Gesarol sofort und in großen Mengen zu Boden. Bewegung im Wasser spielt also für das Absinken des Gesarols wohl wegen der dadurch bedingten stärkeren Benetzung eine äußerst wichtige Rolle.

Obige Beobachtung wird verstärkt in einem Aquarium mit Durchfluß. Beträgt dieser z. B. 500 ccm je Minute und werden wiederum 80 g Gesarol aufgestäubt, dann sinken nur 55 g zu Boden, während

45 g hier durch den Abfluß abgesogen werden, wie aus Gewichtsmessungen des sorgfältig luftgetrockneten und kurze Zeit im Trockenschrank bei 30° nachgetrockneten Bodensatzes festgestellt werden konnte. Außerdem war bereits nach einem Verlaufe von 2 Stunden das Wasser wieder klar geworden und kein Gesarol mehr auf der Oberfläche vorhanden, außer einigen kleineren Klumpen, die an den Rändern des Aquariums hängen geblieben waren. Bei einer Durchflußgeschwindigkeit von 500 ccm/min gelangen also im Verlaufe von 2 Stunden nur 56,25 % der aufgestäubten Menge Gesarol ins Wasser und können hier ihre Wirksamkeit entfalten. Es war deshalb festzustellen, ob diese Menge hoch genug war, um bei Fischen Vergiftungsschäden hervorzurufen.

Zu den eigentlichen Fischversuchen standen mir einige der gebräuchlichsten Nutz- und Teichfische zur Verfügung, wie Karpfen (*Cyprinus carpio* L.), Schleien (*Tinca vulgaris* Cuv.) und Regenbogenforellen (*Trutta iridea* W. Gibb.); ferner auch noch Barsche (*Perca fluviatilis* L.), Lauben (*Alburnus lucidus* Heck.) und Bartgrundeln (*Cobitis barbatula* L.), die als sogenanntes „Fischunkraut" aus verschiedenen Fischgewässern ausgeräumt worden waren. Karpfen, Schleien und Forellen waren meist Jungfische im Alter von einem oder zwei Jahren, bzw. Sommern; einige Regenbogenforellen standen bereits im dritten, Barsche und Lauben im zweiten und die Grundeln alle im ersten Sommer. Zur Charakterisierung der benutzten Fische werden zum Teil die in der allgemeinen Fischereipraxis üblichen Bezeichnungen verwendet, d. h. die großen Anfangsbuchstaben dieser Fische, also für Karpfen K, für Schleien S und für Regenbogenforellen R, während die anderen Fische wie folgt bezeichnet werden: Barsche mit Ba, Lauben mit Lau und Grundeln mit Gru. Das Alter der Fische kommt, wenn besonders vermerkt, in einer angehängten $_1$, $_2$ oder $_3$ zum Ausdruck, so daß ein als K_1 bezeichneter Karpfen beispielsweise ein solcher ist, der im ersten Lebensjahre steht. Kontrolliert wurde nach Möglichkeit laufend, zum mindesten aber alle 12 und 24 Stunden. Unbehandelte Kontrollfische wurden zu jedem Versuch gehalten, werden aber nur dann eigens erwähnt, wenn ein besonderes Verhalten dazu Anlaß gibt.

Die ersten auf Tabelle 1 angegebenen Fischversuche wurden nun zunächst in verhältnismäßig hoch konzentrierten Gesarolaufschwemmungen von 0,5 und 1 % durchgeführt, um überhaupt einmal einen Einblick in die Wirkungsweise dieses Giftes zu erhalten, wenn Fische damit in Berührung kommen. Als Versuchsgefäße dienten Glasbecken von 2 l Inhalt, die künstlich belüftet wurden. Die Temperaturen betrugen 11,5—12°, der pH 6,8—7.

Die Erscheinungen, unter denen diese Fische starben, bestätigten im großen und ganzen den von Götz (1948) geschilderten Vergiftungsvorgang bei *Abramis*, d. h. es traten Gleichgewichtsstörungen zunächst leichterer, dann schwerer Art auf und erst nach längerer Zeit der Tod. Die Atemfähigkeit schien auch bei meinen Versuchsfischen nicht gestört,

Tabelle 1

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Leicht geschädigt nach Std.	Schwer geschädigt nach Std	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 1 % . . . 14. 4. 48	1 S_1	—	3,00		In Frischwasser umgesetzt, nach etwa 12 Std. scheinbar erholt, nach weiteren 96 Std. wieder dauernde Seitenlage (d. h. schwer geschädigt), nach nochmals 96 Std. tot (insgesamt also nach 207 bzw. 208 Std. tot)
Gesarol 0,5 % . . . 14. 4. 48	1 S_1	—	4,00		
Gesarol 0,5 % . . . 20. 5. 48	2 S_1	—	3,30		Nach 10 Std. aufpräpariert, noch
	1 K_1	—	3,30	9,45	Herztätigkeit: Frequenz $\approx$ 8/min.
Gesarol 0,5 % . . . 9. 7. 48	2 Lau	2,00	7,30	30,30	
	1 K_2	30,30	54,00	94,00	
	2 S_1	7,30	19,30	176,00	

und die Schwimmfähigkeit an sich war nicht beeinträchtigt. Im einzelnen möchte ich, bei gleitenden Übergängen, drei Phasen im Verlaufe der Vergiftung unterscheiden, die mit „leicht geschädigt", „schwer geschädigt" und „tot" bezeichnet werden sollen. Die „leichte" Schädigung ist charakterisiert durch anfängliche große Unruhe des Fisches, fluchtähnliche Versuche zur Oberfläche des Wassers und erste Gleichgewichtsstörungen in Form von Taumelbewegungen, d. h. wiederholtem Abkippen zur Seitenlage und Aufrichten zur Normallage. Ein Fisch, der in diesem Zustande in frisches Wasser zurückversetzt wird, vermag sich anscheinend wieder zu erholen, wie einige auf Tabelle 2 angegebene Versuche nachweisen könnten, bei denen sich die nach 1 Stunde in Frischwasser umgesetzten Versuchfische — eine S_1 mit leichten und zwei Gru mit ganz leichten Schädigungen — wieder erholt haben, jedenfalls ließen sie auch nach 20 weiteren Tagen keine Schädigungen mehr erkennen (Tabelle 2).

Tabelle 2

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Leicht geschädigt nach Std.	Schwer geschädigt nach Std.	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,2 % . . . 14. 4. 48 Glasbecken, Lüftg.	1 S_1	1,00	—	—	In Frischwasser erholt
Gesarol 0,5 % . . . 10. 8. 48 Glasbecken, Lüftg.	2 Gru	1,00	—	—	In Frischwasser erholt
	1 Gru	5,00	—	—	In Frischwasser tot nach 480 Std.
	1 Gru	19,00		—	In Frischwasser tot nach 360 Std.
	1 Gru		43,00	—	In Frischwasser tot nach 264 Std.

Mit zunehmender Vergiftung treten diese Gleichgewichtsstörungen immer deutlicher hervor und führen allmählich zum Eintritt einer dauernden Seitenlage des Fisches, aus der er sich zwar hin und wieder, zumal auf Anstoß, aufzurichten vermag, um dann in heftigen Schwimmstößen durch das Becken oder Aquarium zu schnellen, bis ihm aber dieses schließlich auch nicht mehr gelingt. Hinzu kommt, besonders bei den etwas größeren Fischen, z. B. Karpfen, die im zweiten Jahre stehen, daß sich der ganze Körper derartig seitlich abbiegt, daß Kopf- und Schwanzteil schlaff herunterhängen; die Muskulatur des Körpers verfällt demnach einer immer weiter um sich greifenden Lähmung, so daß sie nicht mehr imstande ist, den Körper in seiner normalen gestreckten Lage zu erhalten, geschweige denn, ihn überhaupt noch aufzurichten. In diesem Zustande kann der Fisch, und zwar ganz unabhängig von der Giftkonzentration, noch sehr lange herumschwimmen oder auch ohne jede Fortbewegung im Wasser — meist am Grunde des Aquariums — liegen, wobei konvulsivische Zuckungen der Flossen oder auch heftige Augenbewegungen, wie sie besonders bei Schleien zu beobachten waren, oftmals die einzigen äußeren Anzeichen noch vorhandenen Lebens sind. Fische, die in diesem „schwer" geschädigten Zustande in frisches Wasser zurückversetzt werden, gehen meist nach wenigen (vgl. Götz 1948), oft aber auch erst nach einer sehr langen Reihe von Versuchstagen unweigerlich ein, selbst wenn sie zwischendurch auf Stunden einen Eindruck von Gesundung durch zeitweise Wiedererlangung ihrer aufrechten Körperhaltung erwecken können. Schädigungen dieser Art und diesen Grades sind jetzt nicht mehr reversibel. Dies zeigten bereits die ersten beiden Versuche auf Tabelle 1, ferner drei Fische aus dem zweiten Versuche auf Tabelle 2, und es konnte auch in späteren Versuchen immer wieder festgestellt werden (Tabelle 3, 4 und 7). Besonders eindrucksvoll erscheinen in diesem Zusammenhange die auf Tabelle 2 in der zweiten Versuchsserie erhaltenen Ergebnisse, die eine direkte Abhängigkeit der Sterbezeit von dem im Giftwasser erhaltenen Grad der Schädigung erkennen lassen: bei der am stärksten geschädigten Grundel, die erst nach 43 Stunden Versuchsdauer mit schwersten Vergiftungserscheinungen in gewöhnliches Wasser zurückversetzt wurde, trat der Tod am ersten ein, und zwar nach 264 Stunden, bei der mittelgeschädigten nach 360 Stunden und bei der am wenigsten geschädigten erst nach einem Verlaufe von 480 Stunden, vom Datum des Versuchsbeginnes an gerechnet. Oft ist der Eintritt des Todes bei gesarolvergifteten Fischen rein äußerlich mit Sicherheit nicht zu erkennen. Bei den z. B. auf Tabelle 1 im dritten Versuche aufgeführten beiden Schleien wurde nach einem Versuchsverlauf von 10 Stunden, nachdem die Fische bereits 6 Stunden lang wie leblos am Boden gelegen hatten, der Körper beider Fische aufpräpariert und noch immer Herztätigkeit mit einer Frequenz von $\approx$ 8/min festgestellt. Das Sterben gesarolvergifteter Fische zieht sich somit auch nach meinen Beobachtungen über einen

sehr langen Zeitraum hin, wobei es mir als besonders wichtig festzuhalten scheint, daß der Tod auch nach Unterbrechung der Gifteinwirkung — also nach Umsetzen in frisches Wasser — oft noch nach einer Zeitdauer eintritt, wo man vielleicht gar nicht mehr mit ihm rechnen möchte, wie die Versuche auf Tabelle 2 mit Sterbezeiten bis zu 480 Stunden nach Versuchsbeginn beweisen konnten. Es wäre demnach für die Parxis denkbar, daß Fischsterben im Anschluß an eine Gesarolverstäubung noch nach so langer Zeit nachträglich auftreten können, daß man kaum mehr geneigt ist, dieses Sterben noch mit der Verstäubung in Zusammenhang zu bringen. In den meisten Fällen bleibt der abgestorbene Fisch am Grunde des Aquariums, bzw. des Versuchsbeckens, in Seitenlage liegen und kommt höchst selten nur nach Eintritt des Todes an die Wasseroberfläche hoch, wie GÖTZ (1948) für *Abramis* beschreiben konnte. Lediglich bei den in meinen Versuchen benutzten einsömmerigen Bartgrundeln, die äußerst empfindlich auf das Vorhandensein von Gesarol im Wasser reagierten, konnte nach dem Absterben oftmals Bauchlage an der Oberfläche des Wassers beobachtet werden. Bei allen anderen Fischen, mit denen ich gearbeitet habe, trat der Tod, von ganz vereinzelten Ausnahmen abgesehen, fast stets in Seitenlage des Fisches, und zwar am Grunde des Aquariums liegend, ein.

Daß auch der physiologische Gesundheitszustand der Fische hinsichtlich ihrer Reaktion auf gesarolvergiftetes Wasser eine wichtige Rolle zu spielen scheint, dürfte aus dem letzten Versuche der Tabelle 1 hervorgehen, der zwar mit der gleichen Konzentration, aber mit älteren Fischen durchgeführt worden ist. Die Versuchsergebnisse hinsichtlich ihres allgemeinen Ablaufes und des Endeffektes sind einander zwar entsprechend, aber die einzelnen Phasen während des Versuchsverlaufes zeitlich sehr viel weiter auseinandergezogen. Eine Erklärung für diese Verzögerung kann wohl nur darin zu suchen sein, daß zu den ersten Versuchen im April 1948 Jungfische nach Beendigung ihrer Winterung herangezogen worden sind, die noch keinerlei Nahrung zu sich genommen hatten und daher sicherlich viel weniger widerstandsfähig gegen die Gifteinwirkung des Gesarols sein konnten, als die im Juli 1948 benutzten vier Monate älteren Fische, welche im Verlaufe dieser Zeit gefressen hatten und zu kräftigen Fischen herangewachsen waren. Von welch besonderer Bedeutung der jeweilige physiologische Gesundheitszustand von Versuchstieren bei Giftversuchen u. dgl. grundsätzlich ist, hatte ich an Hand von früheren und an anderer Stelle durchgeführten populationsanalytischen Untersuchungen bei Nonnenraupen bereits feststellen können, bei denen ich dieser Frage aus speziell forstzoologischen Erfordernissen eingehend nachgegangen bin (ROEGNER-AUST, ebenda).

Daß auch die geringere Konzentration von 0,2 % entgegen den zuvor erwähnten Ergebnissen der Firma Schering mit Goldfischen und Goldorfen bei anderen Fischen doch zum Tode führen kann, mag

durch einen auf Tabelle 3 angegebenen Versuch bewiesen werden. (Auch Götz 1948).

Tabelle 3

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Leicht geschädigt nach Std.	Schwer geschädigt nach Std.	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,2 % . . .	2 K_2	54	72	96	
Aquarium 50×30×26,5		120	216	—	Nach 240 Std. in Frischwasser umgesetzt, nach weiteren 228 Std. dennoch tot (also nach insgesamt 468 Std.)
Lüftung 7. 7. 48	2 S_1	52	72	192	
		72	96	192	

Während einer der beiden Karpfen nach etwa der gleichen Zeit verendete, wie der auf Tabelle 1 im vierten Versuche bei 0,5 prozent. Konzentration angeführte, lebte der zweite Karpfen trotz schwerster Schädigungen auch nach 240 Stunden noch. Wegen dieser außergewöhnlichen Widerstandskraft wurde er nunmehr in frisches Wasser umgesetzt um festzustellen, ob er sich vielleicht doch wieder erholen würde. Dies aber war nicht der Fall, obgleich er noch 228 Stunden lebte, wenn auch nur in Seitenlage meist bewegungslos an der Oberfläche des Aquariums oder später am Grunde liegend. Als einzige äußere Lebenszeichen waren schwache Flossen- und Augenzuckungen wahrzunehmen, die mit der Zeit immer seltener wurden. Der eigentliche Tod trat ohne weitere äußerlich erkennbare Merkmale übergangslos ein. — Zum Tode der beiden Schleien wäre noch zu sagen, daß die eine an der Oberfläche des Wassers in Seitenlage schwamm, während die andere, wie üblich, in Seitenlage am Boden lag. —

Aus diesen wenigen bis jetzt durchgeführten Versuchen konnte die toxische Wirksamkeit des Gesarols im Wasser für Fische bereits einwandfrei erwiesen werden. Es ergab sich nunmehr die Frage, wie lange hier wohl diese Wirksamkeit erhalten bleiben mag. Es wurde deshalb ein Versuch auf Dauer angesetzt, bei dem in einem Aquarium mit einer Aufschwemmung von 0,2 % Gesarol zunächst nach 96 und 216 Stunden Fische eingesetzt wurden, und da während dieser Zeit noch nicht das geringste Nachlassen der Giftwirkung festzustellen war, erst wieder nach einem Verlaufe von 624, 788, 1106 und 1490 Stunden, d. h. nach nahezu 4, 5, etwas mehr als 6 und fast 9 Wochen waren (Tabelle 4). Selbst nach diesen langen Zeiträumen hat das Gesarol noch nicht das mindeste an Wirkung eingebüßt, denn die jetzt eingesetzten Fische starben in der gleichen Weise, wie auch die früher eingesetzten, ja sogar innerhalb derselben Spanne Zeit. Der Versuch wird darum fortgesetzt, um zu ermitteln, ob und wann das Wasser sich entgiftet. Für die Praxis dürfte diese Feststellung von Bedeutung sein beispielsweise für Mückenvertilgungen auf lange Sicht: denn es werden nicht nur die im Augenblicke der Bestäubung vorhandenen Mückenlarven und Imagines getötet werden, sondern

auch noch später schlüpfende; andererseits aber müßte z. B. mit äußerster Sorgfalt bei der Wiederbesetzung eines Teiches vorgegangen werden, dessen Fischbestand nachweisbar durch Gesarol geschädigt worden wäre, d. h. unter Erneuerung des Wassers bei ablaßbaren Teichen, bzw. Abwarten bis zur Entgiftung bei nicht ablaßbaren, da bei der anhaltenden Schadwirkung des Gesarols sonst auch der Neubesatz von vornherein gefährdet wäre. —

Daraus ergibt sich schließlich die wichtigste Frage für die Fischereipraxis bezüglich Einwirkung des Gesarols auf Fische: ob

Tabelle 4

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,2 %, Aquarium, Lüftung, 8. 7. 48 pH = 6,8, Temp. 12,5°			
nach 96 Std.	2 K_2	88	
		—	1 K_2 nach 118 Std. in leicht geschädigtem Zustande in frisches fließendes Wasser (9,5°, pH 6,8) umgesetzt. Nach weiteren 12 Std. scheinbar erholt, da wieder aufrechte Haltung. Nach nochmals 12 Std. wieder Anzeichen leichter Schädigung. Nach weiteren 48 Std. Anzeichen schwerer Schädigung. Nach nochmals 192 Std. tot. (Tod also nach insgesamt 382 Stunden eingetreten)
	3 S_1	74	
		—	2 S_1 ebenfalls nach 118 Std., aber in schwer geschädigtem Zustande, in frisches, fließendes Wasser umgesetzt. Schwammen nach 24 Std. beide wieder durch das Aquarium, aber ausschließlich in Seitenlage. Nach weiteren 48 Std. beide tot. (Tod also nach insgesamt 190 Std. eingetreten)
		—	
	4 Lau	40 (2)[1]	
		50 (2)	
nach 118 Std.	14 Gru	36 (4)	
		72 (4)	
		—	Versuch nach 81 Std. mit 6 sehr schwer geschädigten Grundeln abgebrochen
nach 624 Std.	11 Gru	42 (6)	
		66 (5)	
nach 788 Std. . . . . Temp. = 12,5° pH = 6,8	9 Gru	46 (4)	
		56 (1)	
		70 (1)	
		94 (1)	
		104 (1)	
		318 (1)	
nach 1106 Std. . . .	7 Gru	48 (3)	
		57 (2)	
		154 (1)	
		230 (1)	
nach 1490 Std. . . .	2 Gru	40 (1)	
		64 (1)	

[1]) Die eingeklammerten Zahlen geben die Anzahl der gestorbenen Fische an.

nämlich diejenige Menge des Giftstoffes, die bei einer Verstäubung gegen Forstschädlinge im Walde tatsächlich zur Anwendung gelangt, überhaupt eine Schadwirkung auf Fische auszuüben vermag.

Für eine solche Forstbestäubung im Walde werden zur Zeit 50—70 kg Stäubegesarol je Hektar berechnet und mittels Motorverstäuber oder Flugzeug in feinster Verteilung über den gefährdeten Waldteilen verstäubt. (Von den Amerikanern wird DDT meistens in Öl aufgelöst vernebelt). Diese Menge entspricht 5—7 g des Mittels je 1 qm Fläche. Da meine Versuchsaquarien 50 × 30 × 26,5 cm groß waren und somit eine freie Wasseroberfläche von 1500 qcm besaßen, habe ich mit den dieser Wasseroberfläche entsprechenden Mengen von 0,75 und 1 g (genauer 1,05 g) Gesarol gearbeitet, sowie mit einigen darüber und darunter liegenden Mengen. Insgesamt kamen Suspensionen von 0,0025 % (= 1 g je Aquarium), 0,0019 % (= 0,75 g je Aquarium), 0,001 % (= 0,4 g je Aquarium), 0,0005 % (= 0,2 g je Aquarium), 0,00025 % (= 0,1 g je Aquarium) und 0,0001 % (= 0,04 g je Aquarium) zu Anwendung. Ausgehend wieder von der Überlegung, daß sowohl stehende als auch fließende Gewässer betroffen werden können, habe ich die nun folgenden Versuche zum Teil ohne Durchfluß nur mit Lüftung, zum Teil mit Durchfluß durchgeführt. Tabelle 5 zeigt zunächst einige Versuche dieser Art im Aquarium mit stehendem Wasser.

Tabelle 5

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,0025 % . . . Aquarium, Lüftung 12. 6. 48	3 S_1	72 (3)	
	3 K_2	72 (2) 120 (1)	
	2 R_3	—	Forellen blieben am Leben und machten auch noch nach 144 Std. einen völlig gesunden Eindruck. Versuch dann abgebrochen
Gesarol 0,0025 % . . . Aquarium, Lüftung 16. 7. 48	2 Ba	24 (1) 36 (1)	
	24 Gru	24 (6) 36 (7) 48 (4) 60 (1) —	Versuch nach 105 Std. mit 1 leicht und 5 sehr schwer geschädigten Grundeln abgebrochen

Trotz der hier angewendeten äußerst geringen Konzentration von 0,0025 % starben fast alle Fische ab. Auch bei den Grundeln, die vorzeitig aus dem Versuch herausgenommen werden mußten, darf auf Grund aller nunmehr vorliegenden Erfahrungen als sicher angenommen werden, daß zum mindestens die 5 sehr schwer geschädigten Grundeln auch

noch abgestorben wären, wenn der Versuch bis zum Ende hätte durchgeführt werden können. Eine Ausnahme machten allerdings die beiden großen, dreisömmerigen Regenbogenforellen, die am Leben geblieben sind. Hierfür fehlt zunächst jede sichere Erklärung; aber ich möchte annehmen, daß große und kräftige Fische, wie es diese beiden Regenbogenforellen waren, gegen geringfügige Gesarolmengen sehr viel widerstandsfähiger sind, als kleinere Fische, die daran zugrundegehen. Hier müßten noch ergänzende Versuche mit ausgewachsenen marktfähigen und auch Laichfischen durchgeführt werden, um diese Lücke für die Praxis auszufüllen. (Allerdings läßt das erhaltene Gesamtergebnis [S. 220] ein solches Opfer unnötig erscheinen.)

Tabelle 6 bringt einen ähnlichen Versuch mit einer Aufschwemmung von nur 0,001 % (= 0,4 g Gesarol je Aquarium 50 × 30 × 26,5).

Tabelle 6

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,001 % . . . Aquarium, Lüftung 16. 7. 48	1 Ba	24	
	15 Gru	24 (1) 36 (3) 48 (1) 72 (1) —	Versuch nach 105 Std. mit 2 sehr schwer geschädigten und 7 gesunden Grundeln abgebrochen

Die Ergebnisse dieses Versuches erscheinen ganz besonders interessant, da die nach 105 Stunden aus dem Versuch herausgenommenen Grundeln zum größten Teile äußerlich nicht die geringsten Schädigungen aufzuweisen hatten. Es mußte daher angenommen werden, daß mit dieser Konzentration die Schädlichkeitsgrenze für Fische erreicht war oder dieser doch sehr nahe kam. Es wurde darum der Versuch nicht nur mit derselben Konzentration noch einmal wiederholt, sondern gleichzeitig auch noch die geringeren Konzentrationen von 0,0005 %, 0,00025 % und 0,0001 % zur Anwendung gebracht, um diesen Grenzwert, sofern es sich darum handeln sollte, genauer festzulegen. Ein weiterer Versuch mit der etwas höheren Konzentration von 0,0019 % sollte das Bild vervollständigen (Tabelle 7).

Während die Konzentration von 0,0019 % noch bei allen Fischen zum Tode führte, ist dies bei den geringeren Konzentrationen von 0,001 %, 0,0005 %, 0,00025 % und 0,0001 % nicht mehr der Fall. Hier stirbt nur noch ein Teil der Fische ab, anscheinend Schwächlinge, bei denen schon geringste schädigende Einflüsse ausreichen, um zum Tode zu führen. Prozentual ausgedrückt beläuft sich die Anzahl der Toten, einschließlich derer, die nachträglich noch im Frischwasser eingegangen sind, auf

Tabelle 7

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,0019 %. . . Aquarium, Lüftung 9. 8. 48	7 Gru	48 (3) 56 (1) 70 (1) 142 (1) 154 (1)	
Gesarol 0,001 %. . . Aquarium, Lüftung 9. 8. 48	7 Gru	56 (1) 70 (4) 108 (1) —	Blieb am Leben
Gesarol 0,0005 %. . . Aquarium, Lüftung 9. 8. 48	7 Gru	—	Versuch nach 200 Std. abgebrochen, da alle Fische am Leben geblieben waren, allerdings 2 mit schwerer Schädigung. Diese beiden starben später noch, einer nach insgesamt 214 Std., der andere nach insgesamt 310 Std.
Gesarol 0,001 %. . . Aquarium, Lüftung 16. 8. 48	7 Gru	54 (1) 130 (1) 312 (1) 336 (2)	Versuch nach 336 Std. abgebrochen, da die weiteren Fische gesund blieben
	3 R Brut	312 (1) —	
Gesarol 0,0005 %. . . Aquarium, Lüftung 16. 8. 48	7 Gru	72 (1) 130 (1) 216 (1)	Versuch nach 336 Std. abgebrochen, da alle weiteren Fische gesund blieben
	3 R Brut	225 (1) —	
Gesarol 0,00025 %. . . Aquarium, Lüftung 21. 8. 48	7 Gru	47 (1) 95 (1)	Versuch nach 215 Std. abgebrochen, da alle weiteren Fische gesund blieben
	3 R Brut	—	

Temperatur bei allen Versuchen 10,5°, pH = 6.8—7

100,0 % bei 0,0019 prozent. Gesarolaufschwemmung (7 Tiere)
70,5 % „ 0,001 „ „ (17 „)
35,2 % „ 0,0005 „ „ (17 „)
20,0 % „ 0,00025 „ „ (10 „)
18,0 % „ 0,0001 „ „ (11 „)

Diese Versuchsergebnisse zeigen eine deutlich absteigende Reihe hinsichtlich der Giftwirkung des Gesarols auf Fische. Laboratoriumsmäßig wäre es nun vielleicht von Interesse gewesen, noch weitere Verdünnungen auszuprobieren, um die absolute Schädlichkeitsgrenze zu erfassen. Für die Praxis lohnt das aber nicht, denn — und hier kann jetzt eine wichtige Schlußfolgerung gezogen werden — bei der Verstäubung von Gesarol in den bisher gebräuchlichen Mengen von

50—70 kg/ha (= 0,75—1,05 g/1500 qcm Aquariumwasserfläche = 0,0019 bis 0,0025 %) dürften, wegen der im allgemeinen sehr viel größeren Wassertiefen der natürlichen Gewässer (Teiche, Seen, Talsperren) im Vergleich zu der Tiefe des Versuchsaquariums (26,5 cm) in den seltensten Fällen diejenigen Giftkonzentrationen zustandekommen, welche notwendig sind, um ernstliche Schädigungen bei Fischen hervorzurufen. Dazu müßten schon bei weitem größere Giftmengen verstäubt werden, als dieses zur Zeit im Walde üblich ist. Ausgeschlossen ist natürlich nicht, daß durch eine unglückselige Verkettung von Umständen (Flugzeugdefekt oder dgl. einerseits, kränkliche oder schwächliche Fische andererseits) einmal ein örtlicher Schaden auftreten kann, aber solche Fälle werden nur vereinzelt sein, falls sie überhaupt vorkommen. Für Teiche und vor allem größere stehende Gewässer, wie Seen und Talsperren, werden auf Grund der nunmehr hier erhaltenen Versuchsergebnisse bei Verstäubungen mit Gesarol im allgemeinen keine unmittelbaren fischereilichen Schädigungen zu befürchten sein, da die Verdünnungen zu groß sein werden, um überhaupt zu Vergiftungen führen zu können. Damit konnten die von BANDT (1946, 1947) aus seinen Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen ähnlicher Art, sowie auch die von COTTAM und HIGGINS (1946) berichteten Beobachtungen aus der Praxis bestätigt werden. Auch Herr Prof. ZWÖLFER vom Institut für angewandte Zoologie in München hat mir liebenswürdigerweise bestätigend noch mitgeteilt, daß z. B. 1947 bei der Bekämpfung der Kieferneule im Forstamt Erlangen-West in Karpfenteichen, welche unmittelbar an die dortigen Bekämpfungsquartiere angrenzten, während der ganzen Dauer der Aktion, die sich über nahezu drei Wochen hinzog, keinerlei Anzeichen von Fischsterben oder auch nur einer vorübergehenden direkten Schädigung der Fische zu bemerken waren. Dies galt auch für Jungfische, soweit solche dort vorhanden waren. Da auch späterhin, nach Abschluß der Aktion, von Seiten der Fischereibesitzer oder -Pächter keine Schadenersatzansprüche angemeldet worden sind, war anzunehmen, daß auch weiterhin keine direkten Schäden an den Fischbeständen aufgetreten sind. Versuchsergebnisse und Erfahrungen aus der Praxis stimmen also überein. — Die Schädlichkeitsgrenze an sich liegt allerdings nach meinen Versuchen noch wesentlich tiefer, als die von BANDT (1946) mit 0,014 % für Barsche und Plötzen angegebene, und teilweise auch noch tiefer, als die von GÖTZ (1948) mit 0,001prozent. Spritzgesarol für *Abramis* ermittelte.

Es mußte schließlich noch die Wirkung des Gesarols auf Fische in fließenden Gewässern festgestellt werden, wenn diese bei forstlichen Großverstäubungen mitbetroffen werden.

Zu diesem Zwecke wurden Aquarien mit dem sehr langsamen Durchfluß von 500 ccm je Minute mit 1 g Gesarol bestreut, um damit wieder der höchsten der bei Waldverstäubungen üblichen Menge zu entsprechen. Auf Tabelle 8 sind einige Versuche dieser Art zusammengestellt. Um ihren Vergleich mit denen der Tabellen 6 und 7 möglichst einfach zu gestalten,

wurde die bisher bei der Verstäubung von 1 g Gesarol verwendete Angabe der Konzentration von 0,0025 % beibehalten, obwohl ich mir dabei bewußt bin, daß durch das ständige Fließen des Wassers eine solche „Konzentration" niemals erhalten bleiben kann (vgl. auch S. 210/211). Um die Ergebnisse dieser Versuche vorwegzunehmen, konnte festgestellt werden, daß Verstäubungen von 1 g Gesarol je Versuchsaquarium 50 × 30 × 26,5 cm, welche in stehendem Wasser noch unbedingt tödlich gewirkt haben, in fließendem Wasser keine Gefahr für Fische mehr bedeuten.

Tabelle 8

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Leicht geschädigt	Schwer geschädigt	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,0025 % . Aquarium, Durchfluß, 18. 6. 48	3 S_1	—	—	208 (1) 280 (1) 304 (1)	Nach 400 Std. Umsetzung der noch lebenden K_2 und R_3 in Frischwasser. Nach weiteren 192 Std.
	3 K_2	—	—	120 (1) 328 (1) —	Versuch abgebrochen, da beide Fische lebend
	2 R_3	—	—	304 (1) —	
Gesarol 0,0025 % . Aquarium, Durchfluß, 8. 7. 48	3 Ba	—	—	—	Versuch nach 192 Std. abgebrochen, da Fische gesund
Gesarol 0,0025 % . Aquarium, Durchfluß, 8. 7. 48	3 S_1	—	—	178 (1) 204 (1) 252 (1)	Tod durch Verpilzung
	3 S_2	—	—	96 (1) 144 (1) —	Tod durch Verpilzung S_2 blieb am Leben
	1 R_3	—	—	—	R_3 blieb am Leben
Gesarol 0,0025 % . Aquarium, Durchfluß, 14. 7. 48	10 R_{Brut}	—	—	—	Versuch nach 144 Std. abgebrochen, da Fische gesund

Temperatur bei allen Versuchen 9,5—10°, pH = 6,8

Zu dem ersten auf Tabelle 8 angegebenen Versuch ist im einzelnen zwar zu bemerken, daß fast alle Versuchsfische abgestorben sind, doch trat ihr Tod meist erst nach sehr langer Zeit ein und vor allen Dingen ohne die bei Gesarolvergiftungen sonst als typisch auftretenden Vergiftungserscheinungen, wie sie bisher ausnahmslos beobachtet und eingangs beschrieben werden konnten. Hier konnte demnach keine unmittelbare Gesarolvergiftung vorliegen, sondern es mußten andere Todesursachen bestimmend, zum mindesten mitbestimmend, gewesen sein. Da auch in dem als Kontrolle gehaltenen Bestand wenige Tage später ein großes Sterben einsetzte, verursacht durch verschiedene Hautparasiten, besonders *Costia* und *Cylochaete,* war anzunehmen, daß auch bei den zum Versuch gewählten Fischen bereits eine allge-

meine Schwächung des Gesundheitszustandes durch den Befall mit solchen Parasiten vorgelegen hatte, so daß nunmehr die trotz Durchfluß ins Wasser gelangende geringe Menge Gesarol zu einem etwas schnelleren Absterben führen konnte, als dies bei den Kontrollen der Fall war. Leider ist eine genaue Feststellung der Todesursache unterlassen worden, so daß diese Frage noch einmal nachzuprüfen wäre. Vor allem sollen in diesem Zusammenhange dann auch Versuche durchgeführt werden zum Zwecke der Ermittlung, ob nicht vielleicht durch günstige Dosierungen des Gesarols neue Möglichkeiten zur Bekämpfung von Fischparasiten erschlossen werden könnten, wobei vor allem an den *Ichthyophthirius* zu denken wäre, der dem Aquarienliebhaber oft in solch unerwünschter Weise zu schaffen macht.

Der zweite auf Tabelle 8 angegebene Versuch wurde mit drei Barschen durchgeführt, die sich im durchflußlosen Aquarium bei Konzentrationen von 0,0025 % und auch bei 0,001 % als sehr empfindlich erwiesen hatten, insofern sie dort bereits nach 24—36 Stunden abgestorben waren (vgl. Tabelle 5 und 6). Im fließenden Wasser dagegen, unter sonst gleichen Versuchsbedingungen, lebten sie auch nach 192 Stunden noch, ohne die geringsten Schädigungen aufzuweisen.

Bei dem dritten auf Tabelle 8 angeführten Versuch mit ein- und zweijährigen Schleien und einer dreisömmerigen Regenbogenforelle starben zwar die meisten Fische, mit Ausnahme einer S_2 und einer R_3 ab, aber wiederum erst nach verhältnismäßig langer Zeit und wieder ohne jedes Anzeichen der für Gesarolvergiftung typischen Erscheinungen. Als Todesursache konnte in diesen Fällen einwandfrei eine äußerst starke Verpilzung mit *Saprolegnia* nachgewiesen werden. Diese Fische stammten übrigens von einem Teichgut, wo die übrigen Schleien des gleichen Fanges ebenfalls an Verpilzung eingegangen waren. Auch bei diesem Versuche kann daher von einer Schadwirkung des Gesarols nicht mehr die Rede sein.

Der vierte auf Tabelle 8 angegebene Versuch zeigt das gleiche Resultat, indem von 10 zum Versuche angesetzten Regenbogenforellen im Stadium der Vorstreckbrut, die im allgemeinen stark auf Gifte reagieren, keine einzige das geringste Anzeichen einer Schädigung erkennen ließ, so daß der Versuch nach einem Verlaufe von 144 Stunden abgebrochen werden konnte.

Aus der Gesamtheit der Versuche auf Tabelle 8 darf mithin gefolgert werden, daß Gesarol bei einer Verstäubung von 1 g je Wasseroberfläche eines Aquariums der Größe $50 \times 30 \times 26{,}5$ cm bei Durchfluß, selbst wenn dieser nur 500 ccm/min beträgt, keine Gefahr für Fische mehr bedeutet. Zwar müßte eigentlich auf Grund der eingangs erhaltenen Ergebnisse über die im fließenden Wasser absinkende und dabei wirksam werdende Substanzmenge, die mit 56,25 % bei einer Zeitspanne von 2 Stunden ermittelt werden konnte (S. 211), nunmehr bei einer Verstäubung von 1 g Gesarol immer noch eine Menge von

etwas mehr als 0,001 % ins Wasser hineingelangen und hier wirksam werden können, d. h. also, eine Menge, die im stehenden Wasser noch zu 70,5 % Todesfällen geführt hatte (S. 219). Allerdings waren diese erst nach einer Zeit von mindestens 24 Stunden eingetreten und die frühestens beobachtete „schwere" Schädigung erst nach etwa 12 Stunden Versuchsdauer (auf den Tabellen nicht angeführt!). In eben dieser Tatsache dürfte aber zweifellos der Grund dafür zu finden sein, warum diese an sich tödliche Menge nun nicht mehr zur Auswirkung gelangen kann: die Zeitdauer ihrer möglichen Einwirkung ist im fließenden Wasser einfach zu gering. Dieses Ergebnis, auf die Praxis übertragen, würde aber bedeuten, daß auch bei forstlichen Großverstäubungen im Walde, die mit 50—70 kg/ha durchgeführt werden, in fließenden Gewässern keine Gefahr für den Fischbestand besteht. Ist doch in der Natur die Geschwindigkeit des Wassers meistens eine sehr viel größere und der Prozentsatz des Giftes, der, ohne absinken zu können, hinweggerissen wird, dementsprechend sehr viel höher, so daß die tatsächlich ins Wasser hineingelangende und wirksam werdende Substanz kaum die erforderliche Mindestkonzentration von 0,001—0,0005 % erreichen dürfte, bei denen die auftretenden Todesfälle mit 70,5 und 35,2 % ermittelt werden konnten. Selbst für den Fall, daß etwa eine größere, angenommen 10 km lange, Strecke eines Baches oder anderen Flußlaufes bei einer Großbestäubung mitbetroffen worden wäre, so würde selbst am Endpunkt dieser Strecke kaum Gefahr bestehen, weil dort einfach infolge der hohen Fließgeschwindigkeit des Wassers die Dauer der Einwirkung des Giftes zu kurz wäre, um direkte Schäden herbeiführen zu können. Denn wenn in einem solchen Falle beispielsweise die Geschwindigkeit des Wassers 1 m je Sekunde betragen würde, dann müßten die Fische am Endpunkt dieser Strecke etwa 3 Stunden in dem gesarolbestäubten Wasser schwimmen, bei $v = 1/2$ m/sek. etwa 6 Stunden. Diese Zeiten liegen aber weit hinter den soeben erwähnten 12 bzw. 24 Stunden Schädigungsdauer zurück, so daß auch Bestäubungen über größere Strecken kaum zu unmittelbaren fischereilichen Schädigungen führen werden. Außerdem dürfte auch hier, ebenso wie bei den stehenden Gewässern, die Wassertiefe wohl im allgemeinen wohl größer sein als 26,5 cm, wie sie in meinen Versuchsaquarien gegeben war, so daß auch schon aus diesem Grunde wieder infolge allzu starker Verdünnung der Giftkonzentration sicherlich kein Schaden mehr entstehen wird.

Damit läßt sich zusammenfassend und auch gleichzeitig abschließend behaupten, daß bei forstlichen Großverstäubungen im Walde mit Gesarol in den bisher gebräuchlichen Mengen von 50—70 kg/ha sowohl bei stehenden als auch bei fließenden Gewässern hinsichtlich direkter Schädigungen auf den Fischbestand keine ernsthaften Bedenken geltend gemacht werden können. Trotzdem soll es hier nicht unterlassen werden, eine Mahnung zur vorsichtigen Anwendung in der Nähe von Gewässern auszusprechen, weil ja das Gesarol an sich ein

starkes Gift für Fische darstellt und im Falle einer unglücklichen örtlichen Zusammenballung doch einmal zu Schäden führen könnte, und weil durch eventuelle Vernichtung von Fischnährtieren i n d i r e k t e Schäden denkbar sind, wie ich später (S. 225) noch ausführen werde.

Erwähnenswert erscheinen schließlich nun noch Filtrationsversuche, auf die bereits eingangs (S. 210) hingewiesen wurde, bei denen eine 0,2prozent. Gesarolaufschwemmung 48 Stunden nach dem Ansatz durch gewöhnliches Filterpapier filtriert und in das Filtrat dann Fische eingesetzt wurden (Tabelle 9).

Tabelle 9

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Leicht geschädigt	Schwer geschädigt	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,2 % Ansatz 18. 5. 48 Filtriert 20. 5. 48 Fische in Filtrat am 21. 5. 48 Glasbecken, Lüftg.	2 S_1	— —	— —	— 240	S_1 ohne Schädigung nach 96 Std. in Frischwasser umgesetzt, blieb gesund
Gesarol 0,2 % Ansatz 14. 7. 48 Filtriert 16. 7. 48 Fische in Filtrat am 16. 7. 48 Glasbecken, Lüftg.	10 Gru	—	—	—	Versuch nach 120 Std. abgebrochen, da keinerlei Schädigung

Das Ergebnis dieser Versuche ist auffallend, da von insgesamt 12 Fischen, die in die Filtrate eingesetzt worden sind, nur ein einziger gestorben ist, und dieser wieder ohne die für Gesarol charakteristischen Vergiftungserscheinungen. Ein Testversuch mit Stubenfliegen (nach EMMEL und KRÜPE 1946), der bei diesem Fisch zum ersten Male an verschiedenen herauspräparierten Organen zum Nachweis des Gesarols im Körper durchgeführt werden konnte, verlief völlig negativ. Die Filtrate können daher nicht mehr giftig gewesen sein, weil bei der benutzten hohen Konzentration von 0,2 % andernfalls kein einziger Fisch am Leben geblieben wäre, vor allem nicht von den empfindlich reagierenden Bartgrundeln. Es muß daraus gefolgert werden, daß die im Gesarol in einem Anteil von 5 % enthaltene giftige = „wirksame" Substanz (Pentachlordiphenyläthan) so eng an den übrigen staubartigen Füllstoff (Talcum, Kaolin) gebunden ist, daß sie beim Abfiltrieren dieses Stoffes mit dem Rückstand festgehalten wird [1]). Für die Praxis könnte jedenfalls aus diesem Ergebnis abgeleitet werden, daß selbst Regenfälle nach Verstäubungen keine wesentliche Anreicherung der Waldgewässer mit dem Giftstoff bringen werden, weil

[1]) Eine wichtige Rolle dürfte hierbei wohl auch die Wasserunlöslichkeit des Dichlor-diphenyl-trichlormethylmethans spielen (RIEMSCHNEIDER 1947).

Pflanzen, Erde, Kies u. dgl. als natürliches Filter diesen zurückhalten werden, bevor es zur endgültigen Abschwemmung in einen Teich, Bach oder in ein anderes Gewässer kommt. —

Versuche mit Fischnährtieren brachten ähnliche Ergebnisse wie bei Fischen. Es wurde die Einwirkung auf *Cyclops, Diaptomus, Chironomus*-Larven, Daphnien (magna) und Muschelkrebse untersucht, und zwar in 0,2prozent. Konzentration bei den drei ersten Formen, in 0,002- und 0,001prozent. Konzentration bei Daphnien und Muschelkrebsen. Alle Konzentrationen wirkten tödlich, und zwar nach einem bis zu mehreren Tagen. Daphniden waren beispielsweise sowohl in 0,002 % als auch in 0,001 % nach 1—2 Tagen eingegangen. Muschelkrebse hielten es am längsten aus (Tabelle 10).

Tabelle 10

Versuchsbedingungen	Organismen	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Gesarol 0,001 % . . . Glasbecken 14,5°, pH = 7 17. 8. 48	Daphnien	26—46	
	Muschelkrebse	70 (17) 98 (5) 118 (2) 142 (2) 238 (1) 296 (1) —	
	2 Schnecken	—	Versuch nach 296 Std. abgebrochen mit einem noch lebenden Muschelkrebs und 2 lebenden Schnecken

Einige sehr schwer geschädigte *Diaptomus* wurden in Frischwasser umgesetzt, aber sie erholten sich ebensowenig von den erlittenen Vergiftungsschäden, wie dies bei schwer geschädigten Fischen der Fall gewesen war. Infusorien kleinster Größenordnung, die mit *Chironomus*-Larven im gleichen Kulturglase vorhanden waren, zeigten sich bei weitem widerstandsfähiger.

Aus diesem Versuchsergebnisse könnten nun insofern fischereiliche Bedenken gegen die Verstäubung von DDT geltend gemacht werden, als durch Vernichtung der Naturnahrung der Fische bei diesen i n d i r e k t e Schäden durch Zuwachsverlust entstehen könnten. Auf diese Möglichkeit hin sollen daher noch weitere Versuche mit stärkeren Verdünnungen bei Fischnährtieren durchgeführt werden, um auch hier die Schädlichkeitsgrenze erfassen und eine Parallele zu den tatsächlichen Verhältnissen im Freiland finden zu können; und es soll vor allem auch versucht werden festzustellen, wie lange die Giftwirkung eines mit Gesarol bestäubten Gewässers für die Kleintierwelt, die als Fischnahrung in Frage kommt, erhalten bleibt und bis wann nach ihrer eventuellen Vernichtung durch die Bestäubung mit einer Neubesiedelung der Teiche durch die natürlichen Futtertiere der Fische gerechnet werden kann. —

Versuche mit Spritzgesarol, die der Vollständigkeit halber schließlich auch noch durchgeführt wurden, erbrachten im ganzen die gleichen Ergebnisse, wie die Versuche mit Stäubegesarol (Tabelle 11).

Es mußte allerdings vermerkt werden, daß hier die Schädlichkeitsgrenze für Fische noch um einiges tiefer lag, als beim Gesarolpulver, da alle Konzentrationen bis hinunter zu 0,00025 % zu einem hundertprozentigen und außerdem verhältnismäßig schnelleren Absterben der

Tabelle 11

Versuchsbedingungen	Eingesetzte Fische	Tot nach Std.	Weitere Beobachtungen
Spritzgesarol 0,0025 % . 30. 8. 48	5 Gru	48 (3) 53 (1) 168 (1)	
Spritzgesarol 0,001 % . 30. 8. 48	5 Gru	53 (2) 72 (3)	
Spritzgesarol 0,0005 % . 30. 8. 48	5 Gru	53 (2) 72 (3)	
Spritzgesarol 0,00025 % . 2. 9. 48	4 Gru	48 (2) 53 (1) 144 (1)	
Spritzgesarol 0,000125 % 2. 9. 48	4 Gru	172 (1) 258 (1) —	Versuch nach 312 Std. abgebrochen, da die übriggebliebenen Fische in Ordnung waren
Spritzgesarol 0,0001 % . 4. 9. 48	4 Gru	216 (1) — —	Versuch nach 264 Std. abgebrochen, da alle weiteren Fische in Ordnung waren

Fische führten, als dies bei Stäubegesarol der Fall gewesen war (vgl. Tabelle 7). Es kann daher auch aus dem Laboratoriumsversuch heraus bestätigt werden, daß Emulsionen für Fische giftiger sind als Suspensionen, wie COTTAM u. HIGGINS (1946) auf Grund ihrer Freilandbeobachtungen nach Flugzeugverstäubungen in USA. bereits mitgeteilt hatten. Vom fischereilichen Standpunkt aus wäre daher die Benutzung von Stäubemitteln vorzuziehen.

Schrifttum

BANDT, H. J., Über die Giftwirkung des Forstschutzmittels „Gesarol" auf Fische. Beiträge zur Wasser-, Abwasser- und Fischereichemie aus dem Flußwasser-Untersuchungsamt in Magdeburg Heft 1, 42—43, 1946.

— — Gesarol als Mückenvertilgungsmittel — fischereilich gesehen. Beiträge zur Wasser-, Abwasser- und Fischereichemie aus dem Flußwasser-Untersuchungsamt in Magdeburg Heft 2, 65, 1947.

Cottam, C. and Higgins, E., DDT and its Effect on Fish and Wildlife. J. econ Ent. **39**, 44—52, 1946. (Ref. R. A. E., A **35**, 1947.)
Emmel, L. und Krüpe, M., Beiträge zur Kenntnis der Wirkungsweise des 4,4'-Dichlor-diphenyl-trichlormethylmethans beim Warmblüter. Ztschr. Naturforschg. **1**, 691—695, 1946.
Götz, B., Die Wirkung von Gesarol und anderen DDT-Präparaten auf Fische. Anz. Schädlingskde. **21**, Heft 3, 1948.
Riemschneider, R., Zur Kenntnis der Kontaktinsektizide. Die Pharmazie, 2. Beiheft, 1. Ergänzungsband. Berlin 1947.
Roegner-Aust, Sophia, Populationsanalytische Untersuchungen über die Sterblichkeit von Nonnenraupen. Ztschr. ang. Ent. **31**, 1949, ebenda.
Rohrmoser, F., Tod den Mücken! Natur und Technik Nr. 11, 466, 1947.
Slade, R., The Gamma-Isomer of Hexaclorcyclohexane (Gammexane). Chemistry and Industry **40**, 314—319, 1945.
Wiesmann, R., (Nicht zugänglich.) Schweiz. Arch. Tierheilkunde **85**, 24, 1943.

Über die genetischen Grundlagen des Zusammenbruchs einer Massenvermehrung aus inneren Ursachen[1])

Von

Jost Franz, München

Mit 1 Abbildung

Inhalt:

A. Einleitung 228
B. Bisherige Theorien über die Ursachen des Zusammenbruchs von Massenvermehrungen 229
C. Die genetische Struktur von Populationen 233
I. Die Variabilität der Phänotypen 233
II. Die Variabilität der Genotypen 236
D. Herausspalten vitalitätssenkender Erbanlagen durch Inzucht und mangelnde Auslese als innere Ursache des Zusammenbruches 241
E. Überprüfung der Theorie an bisherigen Beobachtungen bei Massenvermehrungen 244
I. Verfall während einer Massenvermehrung im Freiland 244
II. Verfallserscheinungen ohne Wirkung der Außeneinflüsse und Bevölkerungsdichte 248
III. Der zeitliche und räumliche Verlauf der Gradationen 250
IV. Beispiele aus der experimentellen Genetik 254
F. Diskussion und Programm 255
G. Zusammenfassung 257
H. Schrifttum 257

A. Einleitung

Mit dem Problem des Massenwechsels der Tierarten beschäftigen sich heute zwei ganz verschiedene Arbeitsrichtungen der Biologie. Auf der einen Seite bemühen sich angewandte Zoologie und Praxis, einen Einblick in die ursächliche Bedingtheit dieses Vorganges zu erhalten, um auf diese Weise die bedrohliche Zunahme von wirtschaftlich schädlichen Arten verhindern oder wenigstens eindämmen zu können. Auf der anderen Seite hat die genetische Evolutionsforschung in den „Populationswellen" einen Vorgang entdeckt, durch den „zufällige und relativ sehr rasche Änderungen der Konzentration einzelner Genotypen innerhalb der betreffenden Populationen bzw. Populationsteile hervorgerufen werden können" (Bauer u. Timoféeff-Ressovsky 1943, S. 385).

[1]) Als Manuskript eingegangen März 1944.

Die Tatsache des Bevölkerungswachstums an sich ist vielleicht gar nicht so wunderbar wie ihre zeitlich-räumliche Begrenzung, denn die Fähigkeit zur Massenvermehrung ist latent in jedem Lebewesen vorhanden, das mehr Nachkommen erzeugt als Elterntiere vorhanden sind. Besonders EIDMANN weist darauf hin, daß das Problem nicht so sehr in der Frage nach der Entstehung, sondern nach dem Zusammenbruch der Massenvermehrung liegt. „Wir werden der Untersuchung der Krisenfaktoren in Zukunft mehr Aufmerksamkeit zuwenden müssen, als bisher" (EIDMANN 1937).

Wenn in der folgenden Arbeit eine Theorie der inneren Krisenfaktoren zur Diskussion gestellt wird, so geschieht das in voller Erkenntnis der Schwächen, die jeder nur theoretischen Erörterung ohne eigene experimentelle Unterlagen anhaften müssen. Da aber einerseits der Verfasser für absehbare Zeit verhindert ist, den vor sechs Jahren im wesentlichen abgeschlossenen theoretischen Teil experimentell zu unterbauen, andererseits Ergebnisse sowohl angewandt-zoologischer wie genetischer Forschungen zu diesem Thema innerlich zwangsläufig zur Synthese drängen, soll der Versuch hierzu unternommen werden[1]), zumal vor allem in den letzten Jahren zahlreiche Arbeitsergebnisse angefallen sind, die als Indizienbeweise für die vorgetragene Anschauung gelten können. Das gesamte Schrifttum hierbei anzuführen ist vorläufig weder möglich noch für den angestrebten Zweck notwendig[2]).

B. Bisherige Theorien über die Ursachen des Zusammenbruchs von Massenvermehrungen

Bei der Untersuchung der Gründe, welche das potentiell unendliche Wachstum einer Insektenbevölkerung begrenzen und die nach einer Massenvermehrung den Zusammenbruch herbeiführen, hat sich die Forschung ganz vorwiegend mit den sogenannten exogenen Faktoren befaßt. In überzeugenden Freiland- und Laboratoriumsuntersuchungen wurde nachgewiesen, daß je nach Insektenart und wechselnden Außenbedingungen sehr verschiedene Ursachen bei der Retrogradation mitwirken können (Übersicht über das neuere Schrifttum bei SCHWERDTFEGER 1941). Mit ZWÖLFER (1930) unterscheiden wir die unabhängig veränderlichen Krisenfaktoren (Wirkungen von Boden und Witterung) von den abhängig veränderlichen (vor allem Nahrung, Krankheiten, Schmarotzer usw.); letztere beeinflussen sich weitgehend gegenseitig und hängen ihrerseits wieder von den unabhängig veränderlichen Faktoren

[1]) Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. ZWÖLFER, und meinem im Osten gefallenen Freund Dr. HANS MORS danke ich manche Anregung aus gemeinsamen Diskussionen, die in dieser Arbeit mit ihren Niederschlag gefunden haben. Den Herren Prof. Dr. O. KOEHLER, Prof. Dr. W. LUDWIG und Dr. M. SCHNETTER schulde ich für kritische Durchsicht und wertvolle Hinweise, vor allem auf genetischem Gebiet, besonderen Dank.

[2]) Die Arbeit wurde 1944 abgeschlossen.

ab. Gerade neuere Freilanduntersuchungen [1]) an einigen Schädlingen haben gezeigt, wie das natürliche Wachstum der Bevölkerungen durch das Zusammenwirken mehrerer der obengenannten Ursachengruppen reguliert wird, die ihrerseits wieder in bezug auf ihre quantitative Wirkung weitgehende Eigengesetzlichkeit erkennen lassen.

Daß außer diesen äußeren auch noch innere, sogenannte endogene Krisenfaktoren wirksam sind oder sein können, ist schon seit längerer Zeit vermutet worden (BLUNCK 1930, FRIEDERICHS 1930, ESCHERICH 1931, EIDMANN 1934 u. a.). Das Bezugssystem für diese „inneren" Begrenzungsfaktoren soll die Summe der Einzeltiere sein, die Ursachen liegen also in den besonderen Gesetzen der Bevölkerung und ihres Wachstums. Wir können hierbei zwei Gruppen solcher endogener Faktoren unterscheiden:

Die erste ist in ihrer Wirksamkeit direkt von der Bevölkerungsdichte abhängig, wir bezeichnen sie im allgemeinen als Übervölkerungskrankheiten. Die zweite Gruppe ist nicht direkt dichteabhängig, sie ist nur gewöhnlich mit einer hohen Bevölkerungsdichte gekoppelt. Wir wollen Wachstumsbegrenzung und Zusammenbruch [2]) einer Gradation nach dem ersten Typ mit „Konkurrenztyp", nach dem zweiten mit „Degenerationstyp" bezeichnen.

Beispiele für den Konkurrenztyp lassen sich aus dem Schrifttum in größerer Zahl anführen. So zeigte PEARL (1925) bei *Drosophila* die Abhängigkeit der Eiproduktion von der Imaginaldichte. CHAPMAN (1928, 1931) fand bei *Tribolium confusum,* daß bei Übervölkerung der Zuchtgefäße die eigenen Eier gefressen werden. HOFMANN (1934) wies bei *Lymantria dispar* und anderen Schmetterlingen nach, daß die beobachteten Wachstumshemmungen vor allem auf die gegenseitige Beeinflussung und Behinderung im künstlich eng gehaltenen Lebensraum zurückzuführen sind. Auch unter natürlichen Bedingungen einer Massenvermehrung glaubt EIDMANN (1934) an die direkte Wirkung der Bevölkerungsdichte beim Zusammenbruch einer Forleulenkalamität. ULMANN (1941) fand eine Selbstregulation der Bevölkerungsdichte von *Culex pipiens autogenicus;* bei übervölkerten Zuchten nahm durch Hunger und Selbstvergiftung die Sterblichkeit bei den präimaginalen Stadien so zu, daß ein annähernder Gleichgewichtszustand bei der Imaginalbevölkerung erreicht wurde. SMIRNOW und Mitarbeiter (1934) erhielten bei verschiedenen Schildlausarten bei erhöhter Populationsdichte auch geringere Eizahlen und sterile Weibchen. Weitere Beispiele bringen ULMANN (1941), D'ANCONA (1939), KÖHLER (1940) u. HOFMANN (1934).

Wie überall in der Natur lassen sich auch hier scharfe Grenzen zwischen den angenommenen Ursachen nicht ziehen. Endogene und exogene Krisenfaktoren bedingen sich nicht selten gegenseitig: Zunahme der Bevölkerung bewirkt oft Nahrungsverknappung, bessere Lebensbedingungen für Parasiten und Räuber sowie erhöhte Ansteckungsmöglichkeit bei übertragbaren Krankheiten. „Dichteabhängige Außen-

[1]) Zum Beispiel SCHWERDTFEGER (1934), SUBKLEW (1939), FRANZ (1941), WELLENSTEIN (1942).

[2]) Es besteht hier kein Grund, zwischen Wachstumsbegrenzung und Zusammenbruch einer Massenvermehrung prinzipiell zu unterscheiden, da es sich in beiden Fällen um Populationswellen handelt, die sich einmal über eine Generation, das andere Mal über mehrere erstrecken.

faktoren" ist ja ein Ausdruck für dieses doppelte Bedingtsein. — Die beim „Konkurrenztyp" beobachteten Kümmerformen sind — das soll hier besonders betont werden — direkt durch die ungünstigen Umweltverhältnisse bewirkt, sie sind also modifikatorischer Natur. Als unmittelbare Folge der veränderten Lebensbedingungen bleiben sie ohne Nachwirkung auf die erbliche Qualität der Einzelwesen folgender Generationen.

Nicht immer allerdings bremst eine zunehmende Bevölkerungsdichte das Wachstum der Population sofort ab: Bei den verschiedenen Arten der Wanderheuschrecken steigert sie im Gegenteil die Geschwindigkeit der Vermehrung selbst wieder und führt damit zur plötzlichen Entstehung der wandernden Schwärme, die dann erst mehr oder weniger schnell zugrunde gehen (vgl. Uvarov 1928, Literaturübersicht bei Franz 1940).

Innere, nicht von der Bevölkerungsdichte abhängige Krisenfaktoren sind ebenfalls mehrfach beschrieben worden. Zu dieser Art des Zusammenbruchs einer Massenvermehrung, die oben als „Degenerationstyp" bezeichnet worden war, sind allerdings bisher sehr verschiedenartige und untereinander nicht immer vergleichbare Beobachtungen gezählt worden, einfach deshalb, weil sich unter der verschwommenen Überschrift des Nachlassens der Lebenskraft oder der konstitutionellen Schwächung auch alle nicht klar erkannten, aber tatsächlich durch äußere Faktoren bedingten Krisenerscheinungen zusammenfassen ließen.

Die hierher gehörenden Beispiele werden später noch besprochen (s. S. 244 ff.).

Über die Ursachen innerer Verfallserscheinungen äußern sich die meisten Autoren nicht. Die Hypothese von Horn (1930), der „echte", mutativ bedingte, und „unechte" Massenvermehrungen unterscheidet, bringt viele anregende Gedanken, ohne jedoch bis zum letzten verständlich zu sein. Es ist z. B. nicht klar, wie Massenvermehrungen „durch Auftreten von an sich todbringenden Erbfaktoren entstehen" können.

Auch Voelkel (1930), der in einer kurzen, vorläufigen Mitteilung von einem gesetzmäßigen Ablauf der Massenvermehrung beim Kiefernspanner aus inneren Ursachen spricht, äußert sich nicht über die Natur derselben.

Die Arbeiten von Mors (1942 a u. b) bedeuten auch auf diesem Gebiet einen Wendepunkt von der spekulativen Hypothese zur begründeten Theorie. Anläßlich der Nonnengradation in Ostpreußen 1933 bis 1937, bei deren biologischen Erforschung wir während eines Sommers unter Leitung von Forstmeister Dr. Wellenstein gemeinsam arbeiten konnten, fand Mors eine fortschreitende allgemeine Verschlechterung bzw. Veränderung der physiologischen Leistung im Verlauf der Massenvermehrung (Einzelheiten im Abschnitt E I u. II). Nach Ausschaltung der äußeren Einflüsse kamen hierfür fast ausschließlich endogene Krisenfaktoren in Frage, der Verfall entsprach dem Degenerationstyp. Über seine vermutliche Entstehung äußert er sich folgendermaßen (1942 a, S. 203):

„Für den Gleichgewichtszustand einer nachkommenreichen Insektenart ist ein bedeutender Umweltwiderstand vonnöten, der die Nachkommenschaft bis zur Geschlechtsreife fast auf den Elternbestand verringert. Nur so bleibt die Bevölkerungsdichte in aufeinanderfolgenden Generationen auf ungefähr gleicher Höhe. Dieser Zustand ist in Jahren zwischen Massenvermehrungen angenähert verwirk-

licht. Verringern sich nun die Umweltwiderstände durch irgendwelche Veränderungen in der belebten oder unbelebten Umwelt, so steigt zwangsläufig die Individuenzahl von Generation zu Generation, was mit einer Massenvermehrung gleichzusetzen ist. Angenommen, die größeren Umweltwiderstände vernichten vor allem die schwächlichen Stücke der Bevölkerung, so kommen in Jahren zwischen Massenvermehrungen Dank der Auslese nur die physiologisch leistungsfähigsten Tiere zur Geschlechtsreife, während einer Gradation jedoch auch die Schwächlinge. Nimmt man nun an, die Konstitution sei erblich, so führt dies, ähnlich wie die Zivilisation beim Menschen, durch Fortpflanzung der minder vitalen Tiere und Kreuzung dieser mit den vitalen, von Jahr zu Jahr zu einer Verschlechterung der Konstitution der Gesamtbevölkerung, die sich neben dem Nachlassen der geschlechtsreifen Tiere bald auch in einer erhöhten Sterblichkeit während der Entwicklung äußert. Die Ausfälle steigern sich besonders dann, wenn die Bevölkerungsdichte einen höheren Grad erreicht hat und wenn die Umweltwiderstände wieder größer werden. Aus der mangelnden Auslese und den verschiedensten Kreuzungen wäre auch die von Generation zu Generation wachsende Streuung aller Lebensprozesse und Leistungen zu verstehen."

Der Gedanke, daß das Optimum der Lebensbedingungen für den Organismus bereits den Keim des Unterganges in sich trägt, ist an sich nicht neu, sondern z. B. von ABEL (1923) als Erklärung für das Aussterben des Höhlenbären herangezogen worden.

Die klimatischen Bedingungen der Nacheiszeit hätten den Bedürfnissen dieser Art in bestimmten Zonen ebenso entsprochen wie die der Zwischeneiszeiten. Dadurch, daß diese keinen ebenbürtigen Gegner hatten und weil das Höhlenleben auch von den Witterungsbedingungen verhältnismäßig unabhängig machte, ließ die notwendige Auslese nach und es kam zu einer typischen Degeneration, deren Einzelfolgen, wie vergrößerte Variabilität aller körperlichen Merkmale und Zunahme der kranken Individuen, im Prinzip den von MORS beschriebenen Verfallserscheinungen der Nonne ähneln, so sehr auch sonst die Dinge verschieden gelagert sind. LORENZ (1940), der sich sehr eingehend mit den körperlichen und verhaltensmäßigen Verfallserscheinungen bei Haustier und Zivilisationsmensch befaßt, führt diese beiden wesensgleichen Vorgänge ebenfalls hauptsächlich auf den Mangel natürlicher Auslesekräfte unter den besonderen Lebensbedingungen der Domestikation zurück (vgl. hier auch E. FISCHER 1914).

Auch bei Insektengradationen sind diese Erscheinungen schon beschrieben worden, so z. B. in der Studie von H. D. u. E. D. FORD (1930), deren Ergebnisse von BAUER u. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (1943) allgemein so formuliert werden: „Bei quantitativen Populationswellen, die sich über mehrere Generationen erstrecken, nimmt die Intensität der Auslese auf dem ansteigenden Ast ab und auf dem absteigenden Ast zu. Die Variabilität verhält sich dabei umgekehrt." [1])

Es ist jedoch das unbestreitbare Verdienst von MORS und WELLENSTEIN, durch die Aufstellung der oben angeführten Theorie über die Entstehung der beobachteten endogenen Krisenfaktoren diesem zweifellos vernachlässigten Thema im angewandt-entomologischen Schrifttum einen neuen Auftrieb gegeben zu haben. Im folgenden soll nun versucht werden, über die genetischen Grundlagen dieser Verfallserscheinungen einige nähere Aussagen zu machen, wozu uns besonders die neuen Ergebnisse des Zweiges der Vererbungslehre geeignet erscheinen, der sich

[1]) Vgl. S. 243.

mit den erblichen Veränderungen innerhalb einer Bevölkerung auseinandersetzt, der sogenannten Populationsgenetik.

C. Die genetische Struktur von Populationen

Die Vererbungswissenschaft hat sich in den ersten drei Jahrzehnten ihres Bestehens vorwiegend mit dem Einzelwesen beschäftigt, und zwar mit der Übertragung und Ausprägung der Erbfaktoren. Erst neuerdings wendet man sich den Vorgängen bei Individuengruppen — den Populationen — zu. „Auch eine Population hat, wie man wohl sagen kann, eine bestimmte Erbstruktur, die von der Erbmasse der einzelnen Individuen dieser Gruppe abhängt, so wie die chemische Zusammensetzung eines Felsens von den ihn aufbauenden Mineralien bestimmt wird. Die Gesetze, die den Erbaufbau von Populationen beherrschen, unterscheiden sich jedoch von den für das Individuum geltenden, so wie sich die Gesetze der Soziologie von denen der Physiologie unterscheiden" (Dobzhansky 1939). Diese Hinwendung vom Einzelwesen zur Gemeinschaft in der biologischen Forschung ist im Grunde dasselbe, was Escherich (1913) schon früher betont hat, wenn er davon spricht, wie die Gesellschaft von Millionen Raupen ganz andere Bedingungen zeitigt als das Einzeltier und daß sich die angewandt-entomologische Forschung mit diesen besonderen Bedingungen zu beschäftigen habe. Von diesem Standpunkt aus interessieren uns am Tod eines Einzelwesens weniger die physiologischen Vorgänge, die dazu führen, als vielmehr die relative Verschiebung der Genhäufigkeiten innerhalb der Bevölkerung, die dadurch entsteht, daß jeder seine Gene mit sich ins Grab nimmt.

Für die angewandte Zoologie und für die Evolutionsforschung, die sich beide mit der Änderung im Aufbau von Individuengruppen befassen, stellt das Grenzgebiet der Populationsgenetik zweifellos ein fruchtbares Feld gegenseitiger Berührung dar, auf das hinzuweisen mit eine wesentliche Aufgabe dieser Arbeit sein soll.

I. Die Variabilität der Phänotypen

Die Einzelwesen einer Art, einer natürlichen Rasse, einer Population sind, wie zahlreiche und gründliche Untersuchungen [1]) gezeigt haben, gewöhnlich erblich nicht gleich. Erbgleiche Wesen kann man für den genetischen Versuch züchten, in der Natur kommen sie vor allem bei ungeschlechtlicher Fortpflanzung und eineiigen Mehrlingen vor [2]), bei Selbstern selten, bei getrenntgeschlechtlichen Arten wohl fast nie. Treten sie einmal auf, wie z. B. in der menschlichen Bevölkerung die eineiigen Zwillinge, so bringen sie uns durch ihre verblüffende Ähnlichkeit die Ungleichheit aller anderen besonders klar zu Bewußtsein.

---

[1]) Zusammenfassungen des wichtigsten Schrifttums bei Reinig (1938), Dobzhansky (1939), Bauer u. Timoféeff-Ressovsky (1943).

[2]) „Abgesehen von Klonen, reinen Linien und eineiigen Mehrlingen gibt es bekanntlich innerhalb einer Art kaum zwei erbgleiche Individuen" (Bauer u. Timoféeff-Ressovsky [1943]).

Auf diese Dinge soll hier deshalb noch besonders hingewiesen werden, weil die in der angewandten Zoologie übliche Art des physiologischen Versuches die genetisch bedingte Ungleichheit der Individuen nur selten berücksichtigt. Es ist zweifellos ein Verdienst von JANISCH (1936, 1938 a u. b), auf die individuellen Unterschiede der physiologischen Leistung bei den Versuchstieren hingewiesen zu haben. Da jedoch seine Formulierungen über die Ursachen dieser konstitutionellen Verschiedenheiten den Anschein erwecken können, daß nur äußere Einflüsse hierfür verantwortlich wären, sollen diese Fragen in dem Bemühen, Mißverständnisse zu vermeiden, kurz abgehandelt werden, bevor wir uns den eigentlichen Ergebnissen populationsgenetischer Forschung zuwenden.

JANISCH (1936, 1938 b) lehnt Variationsbreite und Mittelwert bei der Beurteilung physiologischer Leistungen einer Population als Maßstab ab; er wertet nur die unter seinen Versuchsbedingungen besten Einzeltiere und betrachtet jede Abweichung von der Höchstleistung sozusagen als Verunreinigung des Artverhaltens, das umweltbedingt ist. Dazu ist vom Standpunkt der Vererbungsforschung aus zu sagen, daß es eine genau fixierbare „naturgesetzlich bestimmte artgemäße Reaktionsfähigkeit" gar nicht geben kann, denn die Arten sind Genotypen- und damit auch weitgehend Phänotypengemische; ihre Einzelwesen unterscheiden sich in bezug auf ihre physiologische Leistungsfähigkeit eben wegen ihrer verschiedenen Erbanlagen auch erscheinungsbildlich, wenn auch keineswegs die gesamte genetische Mannigfaltigkeit am phänotypischen Ausdruck abzulesen ist (vgl. folgenden Abschnitt). Die Reaktionsnormunterschiede zwischen den Mitgliedern einer Art sind zwar kleiner als die Unterschiede zwischen den Mitgliedern verschiedener Arten, aber sie sind da und in zahlreichen Versuchen nachgewiesen. Der Mittelwert ist daher das gegebene Maß für die durchschnittliche Leistung einer Art unter bestimmten Außenbedingungen (vgl. auch JUST [1935]).

JANISCH (1936) bezeichnet die Variabilität der physiologischen Leistung als von einem arteigenen Höchstleistungswert zur Minderleistung hin durch Umwelteinflüsse gerichtet. Nun ist zwar die natürliche Zahlenreihe der fallenden Klassengrenzen „gerichtet", nicht aber sind es die Klassenfrequenzen. Zudem ist die Lage der Extremwerte um so zufälliger, je kleiner die Gesamtzahl der untersuchten Individuen (vgl. JOHANNSEN 1926, S. 19).

Wenn Einzeltiere in irgendeinem physiologischen Versuch sich verschieden verhalten, dann ist es noch nicht möglich, aus der Form der entstehenden Variationskurve auf die bedingenden Gründe zu schließen. Bei jedem derartigen Experiment, das mit genetisch ungleichwertigem Material (und das sind alle natürlichen Arten und Populationen!) arbeitet, erhalten wir eine zweifache, sich überdeckende und meist kontinuierliche Variabilität; diese beruht einmal auf den verschiedenen erblichen Anlagen, zum anderen auf den nie völlig gleich

zu gestaltenden vor und während des Versuches wirksamen Umwelteinflüssen. Das oft unklar gebrauchte Wort für diese durch Zusammenwirken von erblich festgelegter Reaktionsnorm und wechselnden Umwelteinflüssen geschaffene Gesamtverfassung eines Organismus heißt Konstitution. Die Entscheidung darüber, welche der beiden Ursachen in einem beliebigen Fall besonders wichtig ist, bringt uns nur die getrennte Weiterzucht der extremen Varianten und das Arbeiten mit genetisch einheitlichem Ausgangsmaterial, also mit Biotypen[1]). Das bedeutet natürlich eine erhebliche Erschwerung der bisherigen Arbeitsweise, ist aber in den Fällen, wo eine genaue Analyse des physiologischen Verhaltens gefordert werden muß, besser als einen der beiden Faktoren völlig zu vernachlässigen[2]). Eine Nachwirkung von ungünstigen Umwelteinflüssen auf die Konstitution der folgenden Generation ist daher im Sinne von Janisch (1938 b) nur möglich, wenn man an eine Vererbung erworbener Eigenschaften glaubt oder eine Dauermodifikation bzw. Prädetermination annimmt, wozu einerseits die Ergebnisse der Vererbungsforschung, andererseits die angeführten Beweise nicht berechtigen (s. auch S. 245). Eine Nachwirkung von schädlichen Außeneinflüssen auf die genetische Zusammensetzung der nächsten Generation findet allerdings in dem Sinne statt, als durch Auslese bestimmte Individuen mit in diesem Fall ungünstigen Erbanlagen vor der Fortpflanzung ausgeschaltet werden.

Wenn Janisch (1936) die geringe Streuung der physiologischen Leistung im optimalen Bereich als Beweis für konstitutionelle Gleichwertigkeit ansieht, so ist das zweifellos ein Irrtum. Dazu ein Beispiel: Unter 100 Rekruten, die unter gleichmäßigen guten Verhältnissen in der Kaserne leben, gibt es normalerweise verhältnismäßig wenig Kranke. Kommen aber am Ende einer kriegsmäßigen Ausbildung die schweren Leistungsproben durch Nachtmärsche, Witterungseinflüsse und unregelmäßige Ernährung, so häufen sich die Ausfälle, d. h. die konstitutionellen Unterschiede werden erst bei Belastungen offenbar. Kappert (1934, S. 120) bringt aus dem Gebiet der Pflanzenzüchtung ein sehr lehrreiches Beispiel zu demselben Tatbestand.

Mit der Erkenntnis der doppelten Bedingtheit aller physiologischen Leistung und der genetischen Ungleichwertigkeit eines Artverbandes wird auch der Begriff des Optimums einer Art als eines Fixpunktes (Janisch 1938 b) logisch unhaltbar. Einerseits hat

---

[1]) Just (1928) unterscheidet 3 Umwelten der Erbanlagen: 1. die genotypische Umwelt eines Gens, 2. die individuelle Umwelt der Gene, d. h. den physiologischen Gesamtzustand des Trägers dieser Erbanlagen (z. B. Geschlechtsreife, Alter usw.), 3. die extraindividuelle Umwelt des Einzelwesens, d. h. die sogenannten äußeren Lebensbedingungen wie Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Licht, Ernährung. Will man eine Umwelt auf ihre Wirksamkeit hin untersuchen, so muß man die anderen Umwelten konstant machen.

[2]) Die Wirkung verschiedener Außeneinflüsse auf die physiologischen und morphologischen Merkmale der Mehlmotte prüfte z. B. Köhler (1940) mit vorbildlicher Methode.

JANISCH recht, wenn er die Erbgebundenheit des Optimums betont, andererseits vernachlässigt er die erbliche Variabilität der Einzelwesen innerhalb der Art bzw. Rasse, wenn er sagt, daß „das eigentliche Optimum nur ein Punkt in der Temperaturskala ist". Mit vollem Recht kritisiert er die Autoren, die „z. B. die schnellste Entwicklung, das schnellste Wachstum, die größte Atemfrequenz usw. als ‚Bestes' aufgefaßt" haben. Kann man aber nicht denselben Einwand erheben, wenn er (S. 377) feststellt: „Die physiologisch besten Tiere häuten sich zuerst, die schwächsten zuletzt"?

Physiologische Leistung innerhalb der Lebensgrenzen ist „jenseits von Gut und Böse". Werten kann man sie nur, wenn man ihre Bedeutung im Kampf ums Dasein, für die Erhaltung und Weiterentwicklung der Art, betrachtet. Jeder physiologische Versuch greift nur einen kleinen Ausschnitt aus dem verwickelten Beziehungsgefüge draußen in der Natur heraus, und zwar denjenigen, den der Versuchsansteller für besonders wichtig hält. Wenn JANISCH (1938 b) meint, daß bei aufkommenden Massenvermehrungen gerade die physiologisch besten Tiere interessieren, so bleibt es doch unbewiesen, ob gerade die Besten des Laborversuches bei einseitiger Fragestellung (Schlüpffolge, Entwicklungsdauer, Eiproduktion) auch die Besten im Kampf ums Dasein sind. Die Frühschlüpfer der Nonne können es z. B. gerade am schlechtesten treffen, wenn die Knospen ihrer Nährpflanze draußen, die sie unbedingt als Nahrung brauchen, noch nicht ausgetrieben haben; oder die Rekordweibchen, deren Eiproduktion quantitativ gewertet wird, können Nachkommen in die Welt setzen, die für bestimmte Außenverhältnisse ausgesprochen unterwertig sind.

Man braucht dazu keine komplexen Mutationsschritte anzunehmen. Neuere Ergebnisse der Vererbungsforschung (z. B. KÜHN 1934 u. 1939), (STROHL u. KÖHLER 1935) haben gezeigt, daß schon die Veränderung einer einzigen Erbanlage im Erbgut (Genmutation) die Lebensfähigkeit entscheidend zu beeinflussen vermag.

Zusammenfassend können wir sagen, daß mehr als bisher im physiologischen Versuch des angewandten Zoologen außer den Bedingungen der Umwelt auch die genetischen Verhältnisse der Versuchstiere berücksichtigt werden müssen.

II. Die Variabilität der Genotypen

Die Einzelwesen einer Art, Rasse oder Population sind in bezug auf Bau und Leistungen untereinander ähnlicher als solche verschiedener derartiger Individuenverbände. Ähnlichkeit der Phänotypen allein läßt aber noch gar keinen Schluß auf die genotypischen Verhältnisse zu, da rezessive Erbanlagen in mischerbigem Zustand (heterozygot) vorhanden sein können, ohne sich zu manifestieren. Eine Bevölkerung, in der jedes Einzelwesen für eines oder mehrere Gene heterozygot ist, kann vollkommen gleichartig erscheinen. Es muß allerdings die Häufigkeit der

einzelnen unterschiedlichen Erbanlagen so gering sein, daß die Paarung zweier für das gleiche Allel mischerbiger Tiere unwahrscheinlich ist, da sonst die rezessiven Anlagen reinerbig (homozygot) auftreten und damit auch äußerlich (im Phänotypus) sichtbar werden. Durch geeignete Kreuzungsexperimente läßt es sich einwandfrei klären, ob 1. beobachteten phänotypischen Unterschieden auch genotypische entsprechen, und 2. ob unterschiedliche, verdeckt weitervererbte Anlagen bei äußerlicher Gleichheit vorhanden sind. Die Analyse des 2. Falles, der uns hier besonders interessiert, zeigt Abb. 1 im Schema.

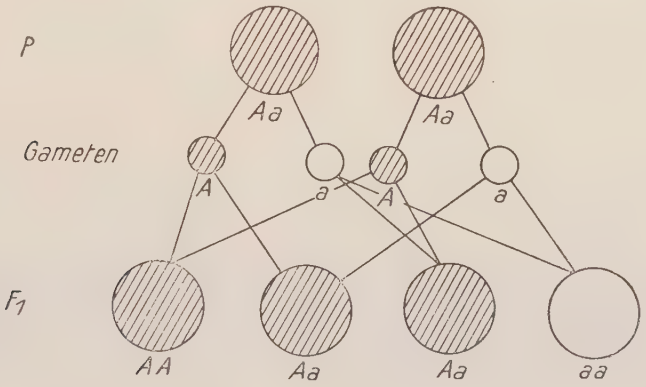

Abb. 1. Das Herausspalten rezessiver Erbanlagen.
Große Kreise zeigen den Phänotypus, kleine Kreise die Gameten. Buchstaben als Symbole für dominante (A) und rezessive (a) Gene. Weitere Erklärung im Text

Wir betrachten der Einfachheit halber nur ein Paar alleler Gene, das durch die Symbole A und a gekennzeichnet sei. Wir nehmen A als vollkommen dominant über a an und gehen von zwei heterozygoten (Aa) Elterntieren (P) aus, die äußerlich nicht von homozygoten AA Individuen zu unterscheiden sind. Aus der Kombination der 2 von jedem Elter gebildeten Gametensorten ergibt sich in der F_1 phänotypisch eine Aufspaltung wie 3 : 1, genotypisch wie 1 : 2 : 1. Das rezessive Allel a wird also bei 25 % der F_1-Tiere reinerbig und damit auch äußerlich erkennbar auftreten. Benutzt man als Ausgangspaar AA und Aa, was man den Wildtieren ja nicht ansehen kann, so wird in der F_1 noch keine Mutante phänotypisch sichtbar und die dem Beispiel entsprechende Aufspaltung erfolgt erst in F_2. (Weitere Einzelheiten in jedem Lehrbuch der Vererbungslehre.) In vielen Fällen sind die Kreuzungsanalysen nicht so einfach, da bei vielgeniger Bedingtheit eines untersuchten Merkmals (Polygenie) mehr Generationen notwendig sein können, bis genügend, für die rezessiven Allele reinerbige Tiere herausspalten. Im Prinzip bleibt sich aber das Verfahren, das verdeckt weitervererbte Erbanlagen erkennen läßt, stets gleich.

Wie entsteht nun eine solche Mannigfaltigkeit von Erbanlagen, deren Nachweis wir soeben besprochen haben? Die moderne Vererbungswissenschaft hat diese Frage wenigstens in den Grundzügen geklärt: Genmutationen, also Umwandlungen der inneren Struktur von einzelnen Erbanlagen, Änderungen von Chromosomenbau und -zahlen sowie die Neukombination der veränderten Anlagen gelten heute als die Hauptursachen der genetischen Variabilität. Diese Vorstellung konnte bei

zahlreichen Tier- und Pflanzenarten geprüft werden. Mutationen, wie sie früher nur bei Laboratoriumszuchten bekannt und auch künstlich zu erzeugen waren, haben sich neuerdings in Wildpopulationen in verblüffender Häufigkeit nachweisen lassen [1]). Man unterscheidet da leicht und schwer veränderliche, labile und stabile Gene, und bezeichnet die Summe dieser Erbänderungen, die eine genetische Vielfalt anstreben, als „Mutationsdruck".

Auf die Einzelheiten des Mutationsvorganges einzugehen und Beispiele anzuführen verbietet der Rahmen dieser Arbeit. Es sollen hier nur einige, zum Verständnis des folgenden Abschnittes notwendige Gesichtspunkte hervorgehoben werden. Nach einem treffenden Vergleich von TSCHETWERIKOFF (zit. DOBZHANSKY 1939) ähnelt die Art oder Rasse einem Schwamm, der sich mit Mutationen vollsaugt und so allmählich einen großen Vorrat genetischer Variabilität — meist im heterozygoten Zustande — aufspeichert. Sie hat dann für neue Lebensbedingungen immer schon eine passende Erbanlagenzusammenstellung bereitliegen. Die Anreicherung mit mutierten Genen geht auch dann weiter, wenn die Veränderungen ungünstig sind und einen schlechten Auslesewert besitzen. Das gilt besonders dann, wenn sich die Mutationen rezessiv verhalten, was ja bei der Mehrzahl der Fall ist. Unter der Decke des gleichbleibenden Phänotypus, der allein den Wirkungen der Selektion ausgesetzt ist, kann sich innerhalb der Bevölkerung die genetische Vielfalt anreichern; dies geht so lange, bis die für das mutierte Gen heterozygoten Tiere so zahlreich werden, daß sie sich gegenseitig paaren, die homozygoten Stücke herausspalten (vgl. Abb. 1) und der Auslese unterworfen werden. Dadurch ist die weitere Wirkung des mutierten Allels (bei ungünstiger Wirkung) begrenzt.

Die allermeisten der bekannten Erbänderungen setzen in reinerbigem Zustand die Lebensleistung des betreffenden Einzelwesens für seine gewohnte Umwelt herab. „Daß vitalitätssteigernde Mutationen in normalen Stämmen unter normalen Bedingungen selten auftreten, ist nicht erstaunlich. Die Mutation ist eine zufällige Änderung der Genstruktur, und bei einer zufälligen Änderung ist die Wahrscheinlichkeit viel größer, daß sie eine Verschlechterung als eine Verbesserung darstellt, weil die Genstruktur eines normalen Vertreters einer Art schon das Ergebnis eines langen geschichtlichen Vorgangs natürlicher Auslese ist. Jede Mutante, die eine Verbesserung gegenüber dem Normalzustand bedeutet, hat die Möglichkeit, in der Art erhalten zu bleiben" (DOBZHANSKY 1939, S. 14).

Je mehr sich die Gensätze zweier Individuen ähneln, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß zwei gleiche, verdeckt vorhandene Erb-

---

[1]) Erstmalig von TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (1927) bei *Drosophila*. Dort finden sich auch wichtige methodische Angaben. Jetziger Stand der Forschung s. bei BAUER u. TIMOFÉEFF-RESSOVSKY (1943).

anlagen zusammentreffen und sich die zugehörigen Merkmale in der nächsten Generation manifestieren. Das sicherste Mittel hierzu ist die Verpaarung von mehr oder weniger nah verwandten Individuen, also die Inzucht. Über die Verbreitung der Inzucht in der Natur sind wir nur sehr mangelhaft unterrichtet. Bei autochthoner Entstehung von Schwankungen in der Bevölkerungs dichte eines Gebietes ist bei Arten mit beschränktem Aktionsbereich eine Verwandtenehe notwendig. In den Normaljahren sterben von den Nachkommen eines Ausgangspaares fast alle vor ihrer Entwicklung zur Geschlechtsreife. Die übrig bleibenden wenigen Tiere müssen sich (bei geringer Populationsdichte) weit fortbewegen, um einen Partner zu finden; die Panmixie bleibt also annähernd erhalten und die Paarung unterliegt den Zufallsgesetzen. — Wenn aber infolge besonders günstiger Außenbedingungen von den wenigen Ausgangstieren viele Nachfahren überleben und sich im gleichen Gebiet fortpflanzen, so wächst die Wahrscheinlichkeit gewaltig, daß sich Verwandte miteinander paaren. Dies wird um so häufiger geschehen, je schneller und je anhaltender eine Bevölkerung wächst und je geringer ihre Ausbreitungstendenz ist.

Durch Zuwanderungen können natürlich ebenfalls Dichteschwankungen entstehen, doch zeigen uns die Untersuchungen an den meisten gut bekannten Schadinsekten, daß dies bei ihnen in der Regel nicht der Fall ist. Wohl sind Überflüge bekannt, doch meistens als Folge, nicht als Ursache von Gradationen. Damit verliert auch die Anschauung von Elton (1930), der die Zu- und Abwanderung geradezu als wichtigste Ursache des Massenwechsels hinstellt, an Wert. Zahlenmäßige Zunahme einer Bevölkerung, die sich beliebig ausbreiten kann, braucht keineswegs von Inzucht begleitet zu sein. Diese Art des Populationswachstums soll uns, wie gesagt, hier nicht beschäftigen. Sie sei nur erwähnt, um die unterschiedlichen Folgen auf dem Gebiet der Inzucht klarzustellen. Die begriffliche Trennung der beiden Typen des Bevölkerungswachstums muß hier betont werden, obwohl in der Natur beide oft zusammen vorkommen. — Bei jeder Inzucht beobachten wir einen Ahnenschwund, und wir messen ihre Intensität an dem zahlenmäßigen Verhältnis der tatsächlich vorhandenen zu den theoretisch möglichen Vorfahren[1]).

Um Mißverständnisse zu vermeiden, soll hier gleich betont werden, daß Inzucht, die Vereinigung zweier Keimzellen aus verwandten Körpern zur Bildung eines neuen Individuums, an sich durchaus nicht schädlich ist (Kronacher 1925, Federley 1927). Es gibt ja genug Beispiele dafür, daß auch totale Inzucht nicht zum Untergang der Bevölkerung führt. Denken wir nur an die Pflanzen mit ausschließlicher Selbstbestäubung, an die wilden Edelhirsche Neuseelands, die nach W. Hornady (zit. Kronacher) von 3 im Jahre 1864 aus England eingeführten Exemplaren abstammen und 1923 einen besonders kräftigen Bestand von etwa 5000 Stück bildeten; oder denken wir an die Bisamratten und andere in wenigen Exemplaren in neue Gebiete ein-

[1]) Neuerdings definiert man den Inzuchtgrad eines Individuums als die durchschnittliche Verminderung des Mischerbigkeitsgrades gegenüber Panmixie. Einen Überblick über die neuere Inzuchtliteratur gibt Ludwig (1944), auf den hier nur verwiesen werden kann.

geschleppte Tierarten, die sich als äußerst lebenskräftig erwiesen haben [1]).

Alle diese „inzuchtimmunen" Stämme sind deshalb möglich, weil die Träger von Inzuchtschäden, also von rezessiven, für gegebene Umwelteinflüsse schädlichen Erbanlagen im verdeckten Zustand, soweit sie vorhanden waren durch kräftige Auslese sogleich bei der Manifestierung dieser Anlagen ausgemerzt worden sind. So wurde es möglich, ingezüchtete Stämme zu erhalten, welche in mancher Beziehung über den nicht ingezüchteten Ausgangstieren stehen. Inzucht ist dann, wenn der Ausleseprozeß erst einmal überstanden ist, sogar das sicherste Mittel zur reinen Erhaltung des bewährten Genotypus und somit ein Vorteil, der allerdings mit einem Mangel an genetischer Plastizität erkauft werden muß.

Ein recht drastisches Beispiel für die Umweltunabhängigkeit von Inzuchtschäden aus dem Gebiet der Haustierzucht führt KRONACHER (1925) an: „Daß nicht Haltung und Fütterung hier irgendwelchen Einfluß hatten, sondern eben eine Häufung ungünstiger Anlagen, zeigten zwei Doppelpaarungen; 2 Berkshire-Sauen A und B wurden jede zuerst mit einem Chester-Eber und hierauf sofort mit einem blutsverwandten Berkshire-Eber gepaart. Bei der vollkommenen Dominanz des Weiß des Chesters über das Schwarz der Berkshires ließ sich die Abstammung der Nachkommen ohne weiteres feststellen. Sau A hatte 12 Ferkel, davon 5 Berkshire- und 7 Chesternachkommen; die 5 schwarzen gingen innerhalb eines Monats zu Verlust. Die Sau B brachte 11 Ferkel, 3 vom Berkshire-Eber, 8 vom Chester; die 3 Berkshires verendeten innerhalb 2 Monaten. Die weißen Kreuzungsferkel entwickelten sich aus beiden Würfen durchaus normal." Wir haben hier also Verwandtschaftszucht und Fremdzucht am gleichen Tier unter ideal gleichen Umweltverhältnissen.

Die Gefahr der Inzucht liegt bei den meisten Arten also darin, daß sich durch sie die Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens von zwei Allelen erhöht, die im homozygoten Zustand die Vitalität (für eine bestimmte Umwelt) herabsetzen.

Die Art der Inzuchtschäden ist ganz verschieden. Es gibt offenbar alle Übergänge zwischen todbringenden, sogenannten Letalfaktoren, bis zu solchen, die die Lebensleistung bei bestimmten Außenbedingungen nur um ein ganz geringes Maß herabsetzen. Bei den verschiedensten Tierarten kennen wir Gene, die die Entwicklungsgeschwindigkeit, die Resistenz gegen bestimmte Witterungseinflüsse, den optimalen Bereich der verschiedenen Lebensäußerungen, Größe, Färbung und alle anderen morphologischen und physiologischen Merkmale verändern. Derartige, genetisch bedingte Verfallserscheinungen sollen in dieser Arbeit mit dem oft unklar gebrauchten Ausdruck „Degeneration" bezeichnet werden.

Mutationsdruck und Herausspalten von rezessiven Erbanlagen müßten in der Natur zu einer ständig zunehmenden Veränderlichkeit der Einzelwesen führen, wenn nicht auf der Gegenseite die natürliche Auslese mit einem sogenannten „Selektionsdruck" wirksam wäre. Solange die Kraft der Auslese in der normalen Stärke eingreift, zügelt

[1]) Vgl. hierzu LUDWIG (1944) und die von ihm genannten Beispiele.

sie die ständig vorhandene Tendenz zum Zerfall der Gleichförmigkeit einer Bevölkerung. Die zufällig herausgespaltenen Mutanten mit geringerer Lebenseignung erliegen den verschiedensten Widerständen der Umwelt. Verringert sich aber der Selektionsdruck, wie z. B. bei der Haustierhaltung oder beim Beginn einer Massenvermehrung, so werden auch die Zügel gelockert, die dem Streben nach phänotypischer Mannigfaltigkeit angelegt waren, und wir beobachten eine wachsende Variabilität der Formen und Leistungen.

Wir fassen die für uns bedeutsamsten Ergebnisse der Populationsgenetik zusammen: Auch bei weitgehender Einheitlichkeit des Erscheinungsbildes einer Bevölkerung finden wir bei genauer Analyse eine große, vorwiegend verdeckt weitervererbte Mannigfaltigkeit an meist vitalitätssenkenden Erbanlagen. Sie ist mit Hilfe der Inzucht nachzuweisen, da bei der Vereinigung ähnlicher Genome diese Erbanlagen homozygot werden und herausspalten. Allein hierin liegt die Gefahr der Inzucht für heterozygote Bevölkerungen. Dieser Tendenz zum Verlust der phänotypischen Einheitlichkeit wirkt die Kraft der Auslese entgegen. Mit Mutationsdruck, Inzucht und Selektionsdruck haben wir zu rechnen, wenn wir uns mit den Vorgängen anläßlich einer Massenvermehrung näher befassen wollen.

D. Herausspalten vitalitätssenkender Erbanlagen durch Inzucht und mangelnde Auslese als innere Ursachen des Zusammenbruchs

Die im vorigen Abschnitt gegebene Übersicht über die für uns wichtigsten Ergebnisse der Populationsgenetik macht es uns möglich, eine Theorie über die Entstehung endogener Krisenfaktoren zu verstehen, die keinen dogmatischen Anspruch auf Alleingültigkeit machen, sondern nur die genetische Komponente des Ursachengefüges, das zum Zusammenbruch einer Gradation führen kann, etwas stärker betonen will.

1. Es gehört zum Kennzeichen einer Massenvermehrung, daß sich wenig Einzeltiere der Ausgangsbevölkerung verhältnismäßig schnell vermehren. Welche Gründe dafür entscheidend sind, soll hier nicht untersucht werden. Jedenfalls beobachten wir eine Zunahme der Populationsdichte in kürzester Zeit und sprechen bei bestimmten Schädlingen geradezu von einer „Eruption". Ein solches Anwachsen der Bevölkerung auf beschränktem Raum[1]) ist nur möglich bei weitgehender Verwandtenehe, also weitgehender Inzucht. Die vielen Millionen Nonnen oder Forleulen, die uns bei der Eruption der Kalamität begegnen, stammen alle von verhältnismäßig wenigen Vorfahren ab, die ihnen gemeinsam sind; sie sind also alle nah miteinander verwandt.

[1]) Der Raum ist bei unseren Forstinsekten, auf die wir vorläufig allein eingehen wollen, durch die Art unserer Wälder und die verhältnismäßig kleine Wanderungstendenz der Individuen stets in diesem Sinne „beschränkt". Fällt diese Schranke weg, so sprechen wir von „territorialen Verschiebungen".

2. Intensive Inzucht haben wir als das Mittel kennen gelernt, um heterozygot vorhandene, rezessive Erbanlagen sichtbar werden zu lassen. Wir müssen erwarten, daß durch zeitweilige Aufhebung der Panmixie (vgl. S. 239) auch bei Massenvermehrungen rezessive, bekanntlich meist vitalitätssenkende Erbanlagen, die im heterozygoten Zustand in der Bevölkerung vorhanden sind, homozygot werden und damit sich manifestieren. Die phänotypische Variabilität wird also zunehmen.

3. Wie schon mehrfach betont wurde (FORD 1930, MORS 1942 a), ist das Nachlassen der Auslese Kennzeichen und Anstoß beim Beginn einer Gradation. Geringere Umweltwiderstände bedeuten gleichzeitig größere Überlebenswahrscheinlichkeit für weniger lebenstüchtige Individuen, wie sie als Ergebnis der Inzucht in Bevölkerungen mit rezessiven, vitalitätssenkenden Erbanlagen auftreten (vgl. 2). Schwacher Selektionsdruck während mehrerer Generationen steigert die Inzucht und führt damit zum vermehrten [1]) Auftreten reinerbig schlecht veranlagter Tiere, ermöglicht ihnen außerdem noch die Fortpflanzung und beschleunigt dadurch das Homozygotwerden der ungünstigen Faktoren (vgl. Abb. 1); dadurch wird das allgemeine Anpassungs-Niveau in bezug auf die herrschenden Außenbedingungen gesenkt.

4. Zum eigentlichen Zusammenbruch der Massenvermehrung nach dem Degenerationstyp führen dann zwei Wege, die in der Natur offenbar durch alle Übergänge miteinander verbunden sind: a) Entweder steigt der Selektionsdruck nach einigen Generationen wieder auf das Normale an und vernichtet dabei die in der Masse weniger leistungsfähig gewordene Bevölkerung (vgl. 3) bis auf geringe Reste. b) Oder die Population ist von vornherein so reich an letalen bzw. semiletalen Genen im verdeckten Zustand, daß es bei genügender Inzucht zum Zusammenbruch kommen muß, auch wenn die Umweltwiderstände gering bleiben. — Wie weit in dieser letzten Phase des Verfalls äußere (a) oder innere (b) Einflüsse die entscheidenden sind, hängt von der genetischen Struktur der Ausgangsbevölkerung ab.

Die gemeinsame Wirkung dieser voneinander bedingt abhängigen Vorgänge, der zeitweilig vergrößerten Inzucht, des Herausspaltens ursprünglich verdeckt vorhandener, vitalitätssenkender Erbanlagen und des zeitweiligen Nachlassens der Selektion führt zum Zusammenbruch der Massenvermehrung nach dem Degenerationstyp (vgl. S. 230) [2]).

Es wird jetzt verständlich, warum bei der Begriffsfassung des „Degenerationstyps" nicht von einer direkten Wirkung der hohen Popu-

[1]) Die mögliche Maximalzahl der in bezug auf mindestens ein schädigendes Faktorenpar Homozygoten ist natürlich abhängig von der Zahl solcher rezessiver Faktoren im Erbanlagenbestand.

[2]) Dieser Gedanke wurde vom Verfasser bereits vor einigen Jahren kurz formuliert (FRANZ 1941, S. 616). Es sei nochmals betont, daß hier nur eine (und zwar die genetische) der vielen Ursachen betrachtet wurde, die zur Beendigung einer Gradation führen können.

lationsdichte gesprochen wurde. Zunehmende Bevölkerungsdichte ist eine Folge des Bevölkerungswachstums ohne Wanderung; sie stellt nur eine der Möglichkeiten dar, wie der Selektionsdruck im Laufe der Gradation wieder stärker werden kann (vgl. Punkt 4a). Entscheidend für diese endogene Krisenbildung sind aber die Intensität der Inzucht, der Grad der Heterozygotie der Ausgangsbevölkerung und das Nachlassen der Auslese besonders in den ersten Generationen des Anstiegs.

Die begriffliche Fassung dieser Erscheinungen wird dadurch erschwert, daß es sich hier nicht um Zustände, sondern um Bewegungen von Kräften handelt, die sich gegenseitig nur bis zu einem gewissen Grade beeinflussen. Die Formulierung von Bauer und Timoféeff-Ressovsky (1943), wonach die Intensität der Auslese auf dem ansteigenden Ast ab- und auf dem absteigenden zunimmt (vgl. S. 232), könnte zu der falschen Auffassung führen, daß hier Korrelationen vorliegen, daß also die Auslese um so schwächer wird, je mehr Individuen überleben, und um so stärker, je mehr zugrunde gehen. In Wahrheit dürfte nach allem, was wir über die wechselnde Schnelligkeit des Bevölkerungswachstums wissen, die Auslese zu Beginn am schwächsten sein und dann entweder absolut oder relativ (auf die absinkende Lebensleistung der Population bezogen) allmählich zunehmen, ohne dadurch den Wachstumsvorgang selbst sogleich aufzuhalten. Das Bild der Bevölkerungsbewegung muß also keineswegs ein Spiegelbild der Auslesekraft sein, sondern es ist als die Resultante der oben genannten, mehr oder weniger eigengesetzlichen Kräfte aufzufassen.

Auf Grund der oben formulierten Theorie über die endogenen Krisenfaktoren können wir drei Erwartungen über den Verlauf von Massenvermehrungen aussprechen:

1. Die morphologischen und physiologischen Eigenschaften einer Bevölkerung verändern sich bei genügend intensiver Inzucht, ausreichender Mischerbigkeit der Ausgangstiere und geringem Selektionsdruck während einer Massenvermehrung von Generation zu Generation, wobei eine zunehmende Variabilität bestimmter Masse und Leistungen kennzeichnend ist.

2. Zusammenbruch oder Nachlassen der Lebensleistung aus genetischen Ursachen muß bei den unter 1 genannten Voraussetzungen auch eintreten, wenn man die Einzeltiere der Wirkung schädigender Außenfaktoren und hoher Populationsdichte weitgehend entzieht, etwa durch Aufzucht im Laboratorium oder im Freilandzwinger; im letzten Fall sind allerdings nur einige Außenfaktoren ausgeschaltet (Übervölkerung, Parasiten, Räuber, Nahrungsmangel). Der Leistungsabfall kann hierdurch unter Umständen hinausgezögert, aber nicht verhindert werden.

3. Je intensiver die Inzucht bei einer genetisch hinreichend „belasteten" Ausgangsbevölkerung und je geringer zu Anfang die Auslese ist, desto schneller und desto

vollständiger muß eine Gradation durch Degeneration zusammenbrechen. Über Beobachtungen aus dem Gebiet der angewandten Entomologie, die diesen Erwartungen entsprechen, soll im folgenden Abschnitt berichtet werden.

E. Überprüfung der Theorie an bisherigen Beobachtungen bei Massenvermehrungen

I. Verfall während einer Massenvermehrung im Freiland

Wir haben im vorhergehenden Abschnitt die Erwartung ausgesprochen, daß sich unter gewissen Voraussetzungen (s. S. 242) bestimmte Bau- und Leistungseigentümlichkeiten der Tiere während einer Massenvermehrung aus inneren Ursachen verändern im Sinne einer größeren Variabilität und einer schlechteren mittleren Leistung. Aus dem angewandt-entomologischen Schrifttum[1]) seien im folgenden einige Beobachtungen angeführt, die der Erwartung entsprechen und somit gleichzeitig als Indizienbeweise für die Richtigkeit der vorgetragenen Anschauung zu werten sind.

Bei der Besprechung der bisherigen Theorien zur endogenen Krisenbildung wurde (S. 231) schon auf die Untersuchungen von MORS (1942 a, b, c, d) und WELLENSTEIN (1942) an der Nonne *(Lymantria monacha* L.) hingewiesen. Das für uns wichtigste Ergebnis dieser großzügig fast über die gesamte Dauer der Gradation durchgeführten Freilandbeobachtungen in der Rominter Heide bildet der Nachweis von sogenannten „gradologischen Faktoren" (MORS 1942 b). Es sind dies nicht durch Umweltverhältnisse hervorgerufene Veränderungen bestimmter physiologischer Leistungen, die sichere Anzeiger für den Stand der Gradation darstellen.

Zu ihnen gehören: Im Eistadium die endogene Schlüpfsterblichkeit[2]) der Eiraupen, die im Laufe der Gradation zunahm (1933/34 = 1,8 %, 1936/37 = 5,0 %). „Viele Räupchen hatten nicht mehr die Kraft, sich aus der durchfressenen Eischale herauszuarbeiten" (WELLENSTEIN 1942, S. 242). Entsprechende Beobachtungen sammelte WELLENSTEIN auch in Neustadt (Thür.) und Schwalgendorf (Ostpr.) im Krisenjahr der Gradation.

Für das Raupenstadium macht MORS (1942 d) eine immer stärker werdende Störung im Reaktionsvermögen auf Licht- und Schwerkraftreize wahrscheinlich, die sich in einem zunehmenden

[1]) Wohl bei wenigen Tierarten kennen wir Ablauf und Ursachen der Bestandsschwankungen sowie die damit verbundenen Änderungen von Form und Leistung so gut wie bei unseren wichtigsten Forstschädlingen. Es dürfte sich auch für die genetisch-evulotionistische Forschung lohnen, die hierbei erarbeiteten quantitativen Unterlagen in ihrem Sinne auszuwerten.

[2]) WELLENSTEIN rechnet sie nicht zu den „gradologischen Faktoren", da sie nicht so gleichmäßig abändert wie andere Leistungen und dadurch für die Praxis als Gradationsanzeiger weniger brauchbar ist.

Fraß der Jungraupen in der oberen Krone äußert. Eine experimentelle Bestätigung dieses Befundes wäre erwünscht. Außerdem erwies sich die Hungerfähigkeit der Eiraupen als vom Stand der Massenvermehrung abhängig (Wellenstein). (Vgl. auch S. 249). — Für das Puppenstadium weist Mors (1942 b) neben einer zunehmenden endogenen Puppensterblichkeit eine Änderung der Beziehung Puppenhülsengröße / Eizahl im Laufe der Gradation nach. „Diese Änderung drückt sich aus in einem verschiedenen Verlauf der Kurve und in einer Herabsetzung des Korrelationskoeffizienten wie auch der Regression" (S. 552). Bei Beginn der Massenvermehrung ist die Eiproduktion der ♀♀ aus gleichgroßen Puppenhülsen durchweg größer als beim Höhepunkt derselben; beim Zusammenbruch leisten die kleinen ♀♀ mehr, die großen weniger als vorher. Der Neigungswinkel der graphischen Darstellung dieser Funktion und damit die Regression ändert sich also. Diese Vergrößerung der Eiproduktion im Zusammenbruchsjahr bei einem Teil der Bevölkerung dürfen wir wohl als Ausdruck für die teilweise schon stark wirksame Selektion auffassen, die die schwächeren Individuen zuerst ausgemerzt hat.

Im Falterstadium ergaben sich eine ganze Reihe solcher gradologischen Merkmale: „Das Geschlechterverhältnis, das zwischen 56 und 20 % schwankte, die Lebensdauer der Falter, die von 13,5 bis zu 8,8 Tage schwankte, die Zeugungsstärke der ♂♂, die von 2,7 bis auf 1,0 zurückging und schließlich die mittlere Eizahl, deren äußerste Werte (218 und 127) um 90 Eier auseinanderlagen. Jedes Jahr hatte im Hinblick auf diese Faktoren ein ganz bestimmtes Gradationsbild bzw. eine ganz bestimmte Konstellation" (Mors 1942 a, S. 202). Bei der Zeugungsstärke der ♂♂, der Lebensdauer der Falter und der mittleren Eizahl finden wir im Jahr des Zusammenbruches bereits einen kleinen Leistungsanstieg, der auch ursächlich der entsprechenden Veränderung der Beziehung Puppenhülsengröße/Eizahl gleichen dürfte (s. oben). Wieweit diese Änderungen der physiologischen Leistung und die mit dem Leistungsabfall gekoppelte größere Variabilität durch hohe Bevölkerungsdichte oder Außenbedingungen teilweise mit verursacht sein können, soll erst im folgenden Abschnitt besprochen werden.

Die vergleichenden Beobachtungen von Mors (1942 b) in anderen Befallsgebieten und die geschichtlichen Studien von Fischer (1942) beweisen, daß ein derartiger Leistungsabfall im Laufe einer Gradation für die Nonne eine regelmäßige Erscheinung darstellt, so daß man sie sogar in die Praxis der Prognose einbauen konnte (Mors 1942 b). Wegen der statistisch gesicherten zahlenmäßigen Unterlagen muß auf die Originalarbeiten verwiesen werden.

Eine wenn auch zweifellos ungewollte Bestätigung dieser Befunde gibt Janisch (1936) durch seine vergleichend-physiologischen Untersuchungen an Nonnenraupen des I. Stadiums aus dem zentralen Befallsgebiet und aus dem Randgebiet. Da die Gradation im Zentrum um 1—2 Jahre der Gradation im Randgebiet vorauseilt, ist der räumliche Unterschied einem zeitlichen gleichzusetzen. Über dies

Problem wird später (s. S. 251) noch mehr zu sagen sein. JANISCH fand bei den Räupchen des stark befallenen Gebietes bei optimalen und bei höheren Temperaturen eine viel höhere Sterblichkeit und längere Entwicklungsdauer. Wenn er dabei als Ursache eine Nachwirkung der Arsenbegiftung der vorhergehenden Generation vermutet, so ist das durch diese Versuche keineswegs bewiesen. Im Zusammenhang mit der allgemeinen physiologischen Schwächung während der Kalamität gesehen ordnet sich das Ergebnis zwanglos in die Feststellungen von MORS und WELLENSTEIN ein.

Für andere Schadinsekten liegen so eingehende Untersuchungen über den Wechsel des Gesundheitszustandes im Laufe einer Massenvermehrung noch nicht vor. Es sei hier mit aller Vorsicht versucht, Einzelbeobachtungen anderer Autoren, die auf ähnliche Vorgänge bei verschiedenen Arten hinweisen, in dieser Richtung auszuwerten; es handelt sich dabei entweder um solche Veränderungen, wie sie ihrer ganzen Natur nach wohl nur innerlich bedingt sein können, oder eine endogene Verursachung wird in Analogie zu den Verhältnissen bei Nonne angenommen. Eine experimentelle Entscheidung dieser Fragen bleibt dringendes Gebot.

Beim Kiefernspanner (*Bupalus piniarius* L.) berichtet VOELKEL (1930), von einer im Laufe der Gradation erst zunehmenden, dann abnehmenden Größe des Puppengewichtes, Länge der Eischläuche und Zahl der abgelegten und entwicklungsfähigen Eier. Leider bleibt es bei dieser vorläufigen Mitteilung ohne genaue Zahlenangaben. — STAHL (1939) fand, als er die Wechselbeziehung zwischen Puppendurchmesser und Eizahl bei der gleichen Art prüfte, eine wesentlich schlechtere Leistung und andere Regression (ausgedrückt in dem Neigungswinkel des Kurvenbildes) als BRANDT (1936). Eine Veränderung derartiger Beziehungen durch Außeneinflüsse ist zum mindesten unwahrscheinlich. Er vermutet selbst einen Einfluß von „Jahr, Herkunft, Gradationszustand, Populationsdichte u. a. m." und erwähnt, daß sein (geringwertiges) Material von den Eltern der Krisengeneration 1936 genommen sei. SCHWERDTFEGER (1941) erwähnt ferner eine von ENGEL im Krisenjahr beobachtete 28prozent. Sterblichkeit der Kiefernspannervorpuppen, bei denen der normale Ablauf der Verpuppung gestört war. Es liegt nahe, hierbei an den Ausfall genbedingter Verpuppungshormone zu denken.

Die Frage der inneren Degeneration ist für den Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) in USA. mehrfach untersucht worden, da er dort eingeschleppt, angeblich von nur wenigen Individuen abstammend, eine wirtschaftliche Gefahr bedeutet. Wie gering tatsächlich die Ausgangspopulation war, ist strittig. SCHEDL (1936) sagt dazu (S. 87): „An eingeführten Pflanzen ... finden sich regelmäßig Eigelege." Er berichtet von experimentellen Versuchen durch FERNALD und FORBUSH, die nur eine Generation berücksichtigten und damit wenig beweisen. MOSHER und WEBBER wieder melden einen Rückgang der Raupengröße und Zahl der Eispiegel. Klare Ergebnisse zum Degenerationsproblem aus den USA. liegen leider meines Wissens nicht vor. Um so bedeutsamer sind die Beobachtungen von KLATT (1944) an 30 Jahre ingezüchteten Schwammspinnern. Hohe Sterblichkeit frischgeschlüpfter Jungraupen, die trotz reichlichen Futterangebotes nicht fraßen, während sich Parallelzuchten normal entwickelten, Steckenbleiben der Puppen beim Schlüpfen, Nichtentfalten der Flügel — das sind Er-

scheinungen, die auch vom Autor zum Teil als genetische Folgen der Inzucht gedeutet werden, deren Vergleichbarkeit mit den oben beschriebenen Degenerationserscheinungen der Nonne im Zusammenbruchsjahr gesichert sein dürfte.

Bei der Forleule (*Panolis flammea L.*) finden wir im Schrifttum einige Hinweise, die Änderungen des physiologischen Zustandes aus inneren Ursachen vermuten lassen. Es verlockt hier die unterschiedliche Eiproduktion der ♀♀ in den verschiedenen Jahren und Zonen einer Gradation anzuführen [1]). Da aber diese Leistungen besonders leicht durch Umwelteinflüsse beeinflußt werden können, sei hier auf eine Erörterung dieser Frage verzichtet, zumal wohl nur bei der Nonne eine Umweltunabhängigkeit der Leistungsschwankungen nachgewiesen ist. Genannt werden müssen hier jedoch die Untersuchungen von THALENHORST (1938) über die Puppengewicht-Eizahlrelation der Forleule. Auch er fand bei gleichschweren Puppen aus verschiedenen Befallsgebieten mit verschiedenem Stand der Massenvermehrungen sehr unterschiedliche Eierzeugung. Die geringe Leistung der ♀♀ aus Doberschütz z. B., deren Ursachen er offen läßt, könnte man vielleicht auch damit erklären, daß das Material einem wenn auch geringen Gipfelpunkt des hin- und herflutenden Bevölkerungswachstums entstammte [2]). Leider fehlen auch hier nähere Angaben über den Gang der Gradation und die geprüfte Wirkung der äußeren und inneren Einflüsse. Immerhin ist es mit ein Hinweis für die offenbar allgemein verbreitete Unbeständigkeit dieser physiologischen Leistung im Laufe des Massenwechsels.

Sehr wahrscheinlich sind auch Beobachtungen von FRIEDERICHS (1934) an der gleichen Art als Degenerationserscheinungen aufzufassen. Er beschreibt eine 10—20prozent. Sterblichkeit der geschwächten schlüpfenden Falter im Jahre des Zusammenbruches einer Gradation. „Es gelang ihnen nicht, die Puppenhülle zu verlassen" (S. 277).

Für den Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) prüfte RUDELT (1935) die Beziehung zwischen Puppenhülsengröße und Eizahl, und auch er fand geringere Mittelwerte und geringere Maxima, als sie aus der Literatur bekannt waren. Er führt dies sicher richtig auf den Stand der Gradation 1934, im Untersuchungsjahr, zurück, vermutet aber eine direkte Wirkung von hoher Bevölkerungsdichte. Dazu scheint mir aber seine eigene Angabe von nur 45prozent. Nadelverlust im Herbst 1933 nicht zu passen, denn dann stören sich die Raupen weder gegenseitig noch müssen sie hungern.

Die gleiche Beziehung zwischen Kokongröße und Eizahl der schlüpfenden ♀♀ untersuchten bei der Kiefernbuschhorn-

[1]) Vgl. ESCHERICH (1931) S. 65, Fußnote. Es heißt da: „Daß bei den Gradationskrisen auch uns unbekannte innere Degenerationserscheinungen mitspielen, ist möglich. Die geringe Eizahl, die die Eulenweibchen am Ende der Gradationsperiode produzieren, spricht jedenfalls für eine solche konstitutionelle Schwächung." Der Herausgeber.

[2]) Nach freundlicher brieflicher Auskunft des Verfassers.

blattwespe (*Diprion pini* L.) SCHEDL (1939) und THALENHORST (1941). Beide Verfasser beobachteten eine starke Veränderlichkeit dieser Beziehung im Laufe der Gradation. Obwohl auch hier die Kontrollzuchten unter gleichbleibenden Umweltbedingungen fehlen, liegt es nahe, z. B. bei den sehr wenig Eier produzierenden ♀♀ aus Meppen (SCHEDL), die zu der Krisengeneration gehörten, eine innerlich bedingte Verfallserscheinung anzunehmen. Die Ausdeutung jener Fälle in diesem Sinne wird dadurch noch wahrscheinlicher gemacht, daß es einwandfreie Beweise für umweltbedingte Veränderlichkeit der Beziehung Puppen- bzw. Kokongröße/Eierzeugung meines Wissens noch nicht gibt.

II. Verfallserscheinungen ohne Wirkung der Außeneinflüsse und Bevölkerungsdichte

In diesem Abschnitt wollen wir prüfen, ob sich im Schrifttum Beispiele dafür finden lassen, daß eine Degeneration auch ohne Wirkung schädigender Außenfaktoren oder hoher Bevölkerungsdichte erfolgen muß[1]), wenn gewisse Voraussetzungen (genügende Zahl rezessiver, vitalitätssenkender Erbanlagen, Inzucht und geringe Selektion) erfüllt sind. Ungünstige Einflüsse der Umgebung lassen sich bei Zuchten im Laboratorium weitgehend vermeiden. Wenigstens ein Teil der Schadfaktoren wird von den Versuchstieren ferngehalten (Übervölkerung, Parasiten, Räuber, Nahrungsmangel), wenn man sie im Freien einzwingert. Da die Witterungsbedingungen in ihrer Wirkung auf die bestuntersuchten Forstinsekten gut bekannt sind, läßt sich auch dieser Faktor meist bei der Auswertung ausschalten.

Auch hier liegen für die Nonne die gründlichsten Untersuchungen vor. Als erster machte ZWÖLFER (1934) auf eine Verschlechterung der physiologischen Leistung bei Laboratoriumszuchten in 2 aufeinander folgenden Generationen aufmerksam. Bei gleichen Temperatur-, Feuchtigkeits- und Ernährungsbedingungen beobachtete er 1931 eine viel geringere Sterblichkeit der Larven II als 1932. Die Versuchstiere stammten in beiden Jahren aus derselben Gegend, im ersten Jahr waren es Nachkommen vom aufsteigenden Ast der Gradationskurve, im zweiten Jahr Nachkommen von der Generation vom Höhepunkt der Kalamität. Da in beiden Jahren die Zuchtmethoden, wie gesagt, völlig gleich waren, nimmt er mit Recht eine „Änderung der erblichen Eigenschaften" an. Daß das nicht neue Mutationen zu sein brauchen, wie MORS (1942 a) annimmt, dürfte aus der vorliegenden Theorie klar herauszulesen sein; auch bei einer Änderung der Genkonzentration zugunsten der vitalitätssenkenden Gene beobachten wir eine Veränderung von Eigenschaften, die erblich ist.

Schon die Deutung der Freilandbeobachtungen von MORS (1942 a, b, c, d) zeigt, daß für die Entstehung der gradologischen Merkmale

[1]) Nur dann entspricht sie dem, was wir hier unter Degeneration verstehen.

und Verfallserscheinungen weder Witterungseinflüsse noch biotische Gegenspieler einschließlich der Artgenossen entscheidende Bedeutung haben. In vielen Fällen waren die Wetterbedingungen in den Jahren des Verfalls sogar günstiger als in den vorhergehenden, ohne daß dadurch dieser Vorgang aufgehalten werden konnte.

Besonders überzeugend sind die Romintener Zwingerversuche, die während der ganzen Kalamität liefen und einen Überblick über die zunehmende Mortalität und den abnehmenden Weibchenanteil geben, deren Veränderung sich im freien Bestand und im Freilandzwinger in gleicher Richtung bewegte.

Tabelle 1

Prozentuale Sterblichkeit der einzelnen Entwicklungsstadien und Weibchenanteil im Verlauf einer Massenvermehrung (nach WELLENSTEIN 1942, Tabelle 10, gekürzt)

Jahr	Gradationsstand	Ei	LI–III	LIV–VI	Vorpuppe u. Puppe	Zusammen	♀-Anteil %
			a) Im Freilandzwinger				
1934	Prodromal	4,4	14,4	10,0	11,8	40,6	48
1935	Eruption	8,1	10,9	18,3	22,8	61,1	50
1936	Krisis	10,0	9,1	57,2	6,3	83,6	39
1937	Zusammenbruch	22,5	45,5	21,0	4,7	93,7	43
			b) Im freien Bestand				
1934	Prodromal	7,2	15,3	13,8	18,0	54,3	51
1935	Eruption	11,4	14,6	24,0	39,7	89,7	46
1936	Krisis	13,9	24,3	45,0	15,0	98,2	26
1937	Zusammenbruch	45,0	30,0	19,0	5,9	99,9	20

Nur der geringe Unterschied der Sterblichkeit zwischen freiem Bestand und Zwinger dürfte also auf die angegebenen Außenfaktoren zurückzuführen sein. Auch der geringe Weibchenanteil im Krisenjahr erweist sich als weitgehend unabhängig von der Bevölkerungsdichte. Bereits SCHWERDTFEGER (1941) weist auf die mögliche Bedeutung von geschlechtsgebundenen Letalfaktoren hin. — Das erdrückende Übergewicht liegt bei den inneren Faktoren, zumal die Witterungslage als Todesursache nach MORS und WELLENSTEIN ausscheiden kann. Auch in den vorhergehenden Jahren sind die Verhältnisse entsprechend, d. h. die konstitutionelle Schwäche, die sich auch in einer größeren Empfindlichkeit gegenüber Erkrankungen äußerte, nahm während der Gradation von Jahr zu Jahr zu, ohne daß Außenfaktoren dafür entscheidend veranwortlich zu machen wären. Dafür sprechen ferner die Verhältnisse im Randgebiet (vgl. S. 253), wo der zeitliche Ablauf der Gradation um 1—2 Jahre verzögert wird. WELLENSTEIN (1942) benützt z. B. die Hungerfähigkeit der Eiraupen als umweltunabhängiges Maß für den physiologischen Kräftezustand. Im Befallszentrum fand er schon 1936 hohe Sterblichkeit und geringes Hungervermögen; im Randgebiet, „wo in den Vorbereitungsjahren die Auslese schärfer war und dementsprechend die Vermehrung nur langsam

vorwärts schritt, haben wir dieselben Hungerkurven nur um zwei Jahre verschoben" (Abb. 91 bei WELLENSTEIN 1942) (vgl. hierzu auch S. 253 dieser Arbeit). Auch die anderen, S. 244 schon erwähnten gradologischen Merkmale finden wir im Randgebiet, also ohne Wirkung der hohen Bevölkerungsdichte, zeitlich verzögert aber gleichsinnig sich ändernd wie im Hauptbefallsgebiet.

Für die Forleule sind ebenfalls Beispiele bekannt, bei denen ohne oder bei verminderter Wirkung schädigender Außeneinflüsse eine große Sterblichkeit auftrat. So berichtet SACHTLEBEN (1929), daß im Jahre des Zusammenbruchs einer Eulengradation auch seine Zuchten im Laboratorium mißlangen. Alle Puppen starben während der Überwinterung, ohne daß die Zuchtmethoden geändert waren. Die von der vorhergehenden Generation abgelegte Eizahl blieb weit hinter der erwarteten zurück. Auch FRIEDERICHS (1934) vermutet innere Veränderungen, als seine „sehr sorgfältig gepflegten" eingezwingerten Raupen im Krisenjahr plötzlich ohne erkennbare Außeneinflüsse zum großen Teil starben.

Vom Kiefernspanner sind entsprechende Beobachtungen bekannt. In den Laboratoriumszuchten von RHUMBLER (1929) starben 68 % der Vorpuppen und 75 % der Puppen, während gleichzeitig auch im Freiland die Massenvermehrung ohne Mithilfe von Feinden aus der Insektenwelt zu Ende ging. Auch Witterungsbedingungen schieden als Ursache der Sterblichkeit in beiden Fällen aus.

Erwähnt werden muß hier noch die Mitteilung von REH (1930), daß bei seinen im Laboratorium anderthalb Jahrzehnte ingezüchteten Kartoffelkäfern in den letzten Jahren typische Degenerationserscheinungen auftraten: Die ♀♀ fraßen zum Teil ihre frisch gelegten Eier trotz reichlich vorhandenen Futters, die Larven ihre noch nicht geschlüpften Geschwister. An den Zuchtbedingungen hatte sich in den Jahren nichts geändert.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß für eine Reihe wichtiger Insektenarten eine Änderung der physiologischen Leistung (Abschnitt I) oder ein Bevölkerungsrückgang ohne entscheidendes Eingreifen von Außeneinflüssen oder direkte Wirkung der Übervölkerung (Abschnitt II) bekannt geworden sind. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß auch bei anderen Tierarten entsprechende Vorgänge für den Wechsel der Bevölkerungsdichte bedeutungsvoll sind.

III. Der zeitliche und räumliche Verlauf der Gradationen

In der Natur sind zwei Möglichkeiten denkbar, die die Inzucht intensivieren und damit zum Herausspalten von Trägern ungünstiger oder tödlicher Erbanlagen führen.

1. Entweder ist die Auslesekraft der Umwelt einige Jahre ganz gering, so daß ein großer Teil aller Nachkommen der wenigen Aus-

gangstiere überleben kann, auch für die schädigenden Anlagen reinerbig gewordene und somit weniger lebenskräftige Tiere zur Fortpflanzung kommen und dadurch den Prozeß der Degeneration beschleunigen. In diesem Fall ist die Wachstumsgeschwindigkeit der kleinen Ausgangsbevölkerung sehr groß.

2. Oder die Auslesekraft der Umwelteinflüsse ist stärker und reinerbige Träger vitalitätssenkender Erbfaktoren werden in größerer Zahl vor ihrer Fortpflanzung ausgeschieden. Dann ist eine Degeneration der Bevölkerung um so kräftiger, je länger das Wachstum und damit die Inzucht andauert, unabhängig davon, welche Populationsdichte am Ende erreicht wird. In beiden Fällen ist natürlich der Grad der Mischerbigkeit der Ausgangsbevölkerung und eine gewisse Begrenzung der Ausbreitungsmöglichkeit wichtig.

Diese Gedankengänge weisen vielleicht darauf hin, wie sich manche im Schrifttum schon länger bekannten, aber nicht restlos erklärbaren Formen der Populationswellen in Zeit und Raum verstehen lassen.

Wellenstein (1942) beschreibt den so typisch verschiedenartigen zeitlichen Verlauf der Nonnengradation in nord- und ostdeutschen Kiefern- und Fichtenbeständen. In den Kiefernwäldern ist der Normalbestand besonders gering, die Massenvermehrung besonders explosionsartig und kurz, der Zusammenbruch erfolgt also nach schnellem Bevölkerungswachstum sehr rasch. Gewiß mag der von Mors (1942 d) als Ursache angegebene Unterschied in der Nahrungsqualität von Kiefer und Fichte eine Rolle spielen. Wenn aber Wellenstein (1942) sagt: „Die explosionsartigen, meist ebenso kurzen wie heftigen Massenvermehrungen der Nonne in Kiefernbeständen sind wahrscheinlich auf die starken Schwankungen im Weibchenanteil und der mittleren Eizahl zurückzuführen", so möchte ich eher glauben, daß Ursache und Folge hier zu vertauschen sind. Die Schwankungen dieser vermehrungsbestimmenden Größen, die neben anderen „gradologischen Merkmalen" (Mors 1942 b) sich im Laufe einer Massenvermehrung ohne äußere Ursachen ändern, scheinen mir eher als Krisenerscheinungen zu werten und durch die beschriebenen Folgen starker Inzucht nach schnellem Bevölkerungswachstum bedingt zu sein als anders herum. Diese Art des Gradationsverlaufes in Kiefernrevieren wäre also möglicherweise nach dem unter 1. gegebenen Erklärungsmodus zu verstehen, dessen Voraussetzungen hier zutreffen.

Im Fichtenwald liegen die Verhältnisse etwas anders: „Die gegenüber dem Kiefernwald kühleren Mitteltemperaturen und abgeschwächten Extreme verzögern den Gradationsverlauf. Die Massenvermehrung erreicht aber infolge der besonders günstigen Lebensbedingungen eine große Bevölkerungsdichte (aber langsamer! D. Verf.), die schließlich ausgedehnte Bestandsschäden im Gefolge hat" (Wellenstein 1942, S. 270). Hier würde also der unter 2. geschilderte

Fall vorliegen, wonach bei verzögertem Gradationsverlauf = langsamerem Wachstum der Bevölkerung mehr Generationen notwendig sind, bis es zur Krise aus endogenen, genetischen Gründen kommt. Daß eine solche Degeneration der Nonne dann auch im Fichtenwald stattfindet, wissen wir seit den vorbildlichen Untersuchungen von MORS (1942 a, b, c, d) und WELLENSTEIN (1942).

Eingehend hat sich SCHWERDTFEGER (1935) mit der Form der Gradationskurven der wichtigsten Forstschädlinge (z. B. Kiefernspanner und Kieferneule) befaßt. Bei diesen zu besonders typischem Massenwechsel neigenden Forstinsekten findet er als gemeinsames Kennzeichen des Verlaufes, daß „die Zahl der Progradationsjahre im allgemeinen umgekehrt proportional zur Zahl der Regressionsjahre" ist. Die Beobachtung, daß auf eine lange Zeit des Bevölkerungswachstums ein sehr energischer Zusammenbruch erfolgt, würde sich mit dem unter 2. angegebenen Erklärungsmodus decken. Auch der andere Fall, daß nach kurzem Bevölkerungswachstum die Krise länger dauert, widerspricht ihm nicht, da die Formulierung von SCHWERDTFEGER (1935) nur die Dauer des Wachstums, nicht seine Intensität berücksichtigt. Im Gegenteil, nach Punkt 2 müssen wir sogar erwarten, daß bei kurzdauernder Inzucht weniger für ungünstige Anlagen reinerbige Tiere herausspalten und der Zusammenbruch damit hinausgezögert wird. — Wir wollen auch nicht übersehen, daß alle dichteabhängigen inneren und äußeren Einflüsse zur Erklärung dieses letzten Gradationsverlaufes herangezogen werden können. Daß nach unserer Theorie in gewissen Fällen nicht die Bevölkerungsdichte an sich, sondern die intensive Inzucht und mangelnde Auslese entscheidend wirksam sind, dürfte aus dem Abschnitt D klar geworden sein (vgl. auch das Folgende).

Besonders die Untersuchung des Ablaufes von Populationswellen im Raum ergibt, daß die Erklärungsversuche der Krisenerscheinungen aus dichteabhängigen Gründen nicht immer ausreichen. Wir wollen dabei von den Fällen absehen, in denen ein gleichzeitiger Zusammenbruch im Zentrum und Randgebiet[1]) durch dichteunabhängige Witterungseinflüsse nachgewiesen ist. In den anderen gut untersuchten Fällen finden wir die Krise im dichtbesiedelten Zentrum und dünnbevölkerten Randgebiet der Massenvermehrung entweder gleichzeitig oder häufiger im Randgebiet um 1—2 Jahre verzögert, ohne daß dort die Bevölkerungsdichte des Hauptbefallsgebietes erreicht wird. Gewiß mag dabei eine Abwanderung von natürlichen Feinden ins Randgebiet, wie es z. B. für die Nonnentachine nachgewiesen ist (NIKLAS 1939), mit eine Rolle spielen, wie

[1]) Die Ausdrücke „Zentrum" und „Randgebiet" sind hier in dem im angewandt-entomologischen Schrifttum üblichen Sinne verwendet. Man darf nie vergessen, daß die Unterteilung in derartige Zonen immer etwas willkürlich Schematisierendes darstellt, das den fließenden Veränderungen in der Natur nie völlig gerecht werden kann.

überhaupt zur Erklärung derartig komplexer Vorgänge fast nie eine Ursache ausreicht[1]). Das Nachlassen der Vitalität, die Degeneration der Bevölkerung, wie sie oft auch im Randgebiet aufzutreten pflegt (vgl. S. 249), läßt sich durch natürliche Feinde jedoch ebensowenig erklären wie durch Nahrungsmangel, Nahrungswechsel oder gegenseitige Beunruhigung der Raupen; dies hat MORS (1942 b) im Gegensatz zu EIDMANN (1934) und stärker als WELLENSTEIN (1942) schon ganz klar herausgestellt. Auch meine eigenen Beobachtungen, die sich im Krisenjahr 1936 als Leiter einer biologischen Station im grün gebliebenen Randgebiet der Rominter Heide (unter Leitung von WELLENSTEIN) sammeln konnte, stimmen mit der Ansicht von MORS vollkommen überein. Der schnelle und vollständige Zusammenbruch einer Nonnengradation im Entstehungsgebiet, wo nach WELLENSTEIN (1942) besonders günstige Bedingungen herrschen, wäre nach Punkt 1 S. 250 wohl am zwanglosesten zu erklären. In dem ungünstigeren Randgebiet mit stärkerer Auslese muß das Bevölkerungswachstum und die Inzucht in der Regel länger wirken, bevor auch dort die Krise aus inneren Ursachen entsteht[2]). Der Zusammenbruch ist dort nie so vollständig wie im Zentrum, wo die Art nach WELLENSTEIN (1942) für Nonne, nach ESCHERICH (1931) für Forleule, ausstirbt. Die überlebenden Tiere des Randgebietes sind phänotypisch frei von ungünstigen Anlagen, haben eine starke Selektion überstanden und sind besonders vital (vgl. Abschnitt I). Sie besiedeln in der folgenden Zeit das zentrale Gebiet des Massenwechsels wieder neu.

Dieser Verlauf der Gradation im ungünstigeren Randgebiet, wie wir ihn seit den Romintener Untersuchungen wenigstens für Nonne besonders genau kennen, spricht auch gegen die Ansicht von MORS (1942 c), daß im Kiefernwald die Krise schon nach kürzerer Zeit

---

[1]) Der Einwand, daß Verfallserscheinungen in der dünnbesiedelten Randzone durch Polyederinfektion vom Zentrum aus verursacht werden, läßt sich zur Zeit zwar noch nicht für alle Fälle schlüssig widerlegen. Jedoch ist dieser Grund äußerst unwahrscheinlich, da wir (nach freundlicher mündlicher Auskunft von Dr. BERGOLD, Tübingen) keine sicher durch Polyedrie bedingten Formen physiologischen Verfalls kennen, die den geschilderten entsprechen, während gleichartige genetisch bedingte Degenerationserscheinungen in größerer Zahl bekannt sind. Die Prüfung der Initialschäden bei beginnender Ployederinfektion mit bekannten Dosen bleibt dringendes Gebot.

[2]) Theoretisch könnte ein gleichzeitiger Zusammenbruch in Zentrum und Randgebiet außer durch äußere Faktoren auch genetisch bedingt sein; man müßte dann annehmen, daß entweder die Ausgangsbevölkerung im Randgebiet besonders reich an ungünstigen Genen im rezessiven Zustand war; oder das Randgebiet ist von einer im Entstehungszentrum der Gradation bereits weitgehend degenerierten Bevölkerung erst verhältnismäßig spät besiedelt worden. Die stärkere Auslese konnte dann den im Gang befindlichen Verfallsprozeß auch nicht mehr entscheidend aufhalten. —

kommt, weil dort die Nahrungsverhältnisse weniger günstig wären. Ungünstige Lebensbedingungen müßten sich dann auch im Randgebiet in einem früheren und intensiveren Zusammenbruch im Vergleich zum Zentrum äußern, während das Umgekehrte der Fall ist.

Bei anderen Insektenarten liegen Untersuchungen noch kaum vor, bei denen außer dem zahlenmäßigen Rückgang im Randgebiet auch die Veränderung des Gesundheitszustandes verfolgt wurde. Einzelbeobachtungen, die in dieser Richtung weisen könnten, sind in den vorhergehenden Abschnitten zusammen mit den genauen Untersuchungen an Nonne besprochen worden[1]). Abschließend sei nochmals betont, daß es sich bei den oben behandelten Erklärungen nahezu überall nur um Möglichkeiten handelt und daß die Darstellung, dem bisher zu wenig beachteten genetischen Gesichtspunkt zuliebe bewußt mehr oder weniger vereinseitigt, indem nicht jedesmal die andere Möglichkeit der Umweltbedingtheit eigens betont wird.

IV. Beispiele aus der experimentellen Genetik

Es könnte die Frage auftauchen, ob denn die Erbfaktoren für derartig vielseitige Änderungen von Form und Leistung, wie sie hier unter der Überschrift der Degenerationserscheinungen geschildert worden sind, überhaupt verantwortlich gemacht werden könnten und ob es Beispiele für solche Verfallserscheinungen gibt, die nachweislich genetisch bedingt sind. Derartige Beispiele lassen sich in der Tat leicht aufführen und sind zum größten Teil bereits in Abschnitt C besprochen. Zusätzlich seien noch die Untersuchungen von GOLDSCHMIDT (1929, 1932, 1933) am Schwammspinner erwähnt, in denen die Entwicklungsgeschwindigkeit, Dauer der Winterruhe, Farbe der Raupen, Größe der Falter, Empfindlichkeit gegen Infektionskrankheiten u. a. als erblich bestimmt nachgewiesen werden. Selbstverständlich sind die meisten dieser Merkmale auch modifikatorischen Einflüssen zugänglich, was die Prägung des Wortes „Phänokopie" veranlaßte. GEISSEL (1936) zeigte das Nachlassen der relativen Vitalität, gemessen an der Aufwachszahl unter bestimmten Zuchtbedingungen, bei Inzuchtstämmen der Mehlmotte. Unsere Kennt-

---

[1]) Eine interessante Beobachtung aus dem Thüringer Nonnenbefallsgebiet von 1938—1944 stellte Forstmeister Dr. WELLENSTEIN freundlicherweise zur Verfügung: Nach ihm wurde dort der Zusammenbruch im Zentrum, der 1942 sicher zu erwarten war, durch die Begiftung des Gebietes und die dadurch bewirkte Abtötung eines Teiles der Bevölkerung herausgezögert, so daß es noch 1943 und 1944 zu schweren Fraßschäden kam. Es wäre denkbar (wenn es auch noch unbewiesen bleibt), daß durch Ausmerzung der gegen das verwandte Kontaktgift besonders empfindlichen jungen Raupenstadien, also der Nachzügler in der Entwicklung, gleichzeitig die am stärksten degenerierten Individuen aus der Bevölkerung ausgeschieden wurden, was also einer künstlichen Überführung vom Zusammenbruchstypus 1 dieses Abschnittes in Typus 2 entsprechen würde. Planmäßige Verfolgung dieses Fragenkreises und systematische Weiterbeobachtung auch nach dem Zusammenbruch einer Kalamität würden hier gewiß wichtige Erkenntnisse bringen.

nisse über die Wirkung einzelner letaler Gene auf den Entwicklungsablauf wurden vor allem durch die Untersuchungen von HADORN (1938) an *Drosophila* erweitert. Er wies nach, daß solche Keime, die in bezug auf einen bestimmten letalen Erbfaktor homozygot waren, sich bis zum Stadium der ausgewachsenen Larve entwickelten, dann aber keine normalen Imaginalscheiben ausbildeten und abstarben. Dies ist ein Beispiel dafür, wie die verschiedenen entwicklungsphysiologischen Prozesse in ungleichem Ausmaße von den Wirkungen der Letalfaktoren betroffen werden.

Die Erscheinung, daß bei einer Degeneration meist mehrere Merkmale abändern, läßt sich vielleicht durch die polyphäne Wirkung der Gene am leichtesten verstehen. Über die Verbreitung der ungünstigen Mutationen in Wildbevölkerungen wurde schon berichtet (S. 238). — Nach dem heutigen Stand der Vererbungsforschung können wir sagen, daß es kein morphologisches oder physiologisches Merkmal gibt, das n i c h t durch Erbanlagen mitbedingt wäre (Beispiele bei DOBZHANSKY 1939 und KÜHN 1939). „Die ... Erbanlagen bestimmen durch ihre ineinandergreifende Wirkung eine Fülle von Vorgängen, die unter sich und mit bestimmten Außenwirkungen in einem dynamischen Gleichgewicht stehen. Der Ausdruck dieses Gleichgewichtes ist die Lebenserhaltung und Fortpflanzung der Einzelwesen und damit die Erhaltung der Art" (KÜHN 1939, S. 119).

F. Diskussion und Programm

In einer neueren Arbeit setzt sich SCHWERDTFEGER (1941) mit der Übervölkerungstheorie von EIDMANN (1934, 1937) auseinander. Er zeigt an überzeugenden Beispielen, daß die Populationsbewegungen bei bestimmten Forstinsekten keine regelmäßigen Wellenbewegungen sind, wie es nach der Theorie EIDMANNS anzunehmen wäre, sondern ein Wechsel von stärkeren und schwächeren Vermehrungen. Eine Massenvermehrung ist „nichts anderes als ein starkes Ausschlagen der stets hin- und herpendelnden Bevölkerungskurve nach der positiven Richtung" (SCHWERDTFEGER [1]). Zur Rechtfertigung der Übervölkerungstheorie könnte man nun annehmen, daß der Satz: „Die Krisenfaktoren können somit geradezu als eine Funktion der Populationsdichte aufgefaßt werden" (EIDMANN 1937), nur für die besonders hohen Gradationszacken, die sogenannten Kalamitäten gilt; bei geringeren Ausschlägen der Bevölkerungskurve könnten ja andersartige, vor allem biozönotische Ursachen, für den baldigen Rückgang verantwortlich sein.

Die hier angeführten Beispiele scheinen mir aber darauf hinzuweisen, daß auch die Krisen der Kalamitäten, der besonders hohen Populationswellen, durch Übervölkerungskrankheiten nach dem Konkurrenztyp allein nicht zu erklären sind. Dafür sprechen vor allem

[1]) Die gleiche Anschauung äußerte ELTON (1930) bereits in seiner gedankenreichen Schrift „Animal ecology and evolution".

die angeführten zahlreichen Verfallserscheinungen auch bei geringer Bevölkerungsdichte, wie sie durch Beobachtung im Randgebiet und Freiland- bzw. Laboratoriumszuchten nachgewiesen sind. Außer mit den bisher bekannten dichteabhängigen Begrenzungsfaktoren einer Massenvermehrung haben wir zweifellos auch mit solchen Kräften zu rechnen, die primär durch bestimmte Erbanlagen, sekundär erst durch Inzucht und mangelnde Auslese zu natürlichen Regulatoren des Bevölkerungswachstums werden. Ihre Wirkung ist meist, aber nicht notwendig, mit hoher Populationsdichte gekoppelt.

Um in das Wirken dieser Kräfte näheren Einblick zu gewinnen und um den Ablauf einer Massenvermehrung genauer als bisher möglich voraussagen zu können, ist es unbedingt notwendig, die angeführte Theorie durch weitere Versuche zu unterbauen. Die Beantwortung folgender Fragen, zu der Ansätze schon vorliegen, erscheint vor allem erforderlich:

Wie stark sind bestimmte, gradologisch wichtige, Form- und Leistungsmerkmale der Tierarten durch Erbanlagen bzw. durch Umweltkräfte bedingt (Versuche mit Biotypen, Prüfung der Nachwirkung von äußeren Schadfaktoren auf die nächste Generation)? Wie reich sind die natürlichen Populationen der wichtigsten Schadinsekten an vitalitätssenkenden Erbanlagen im verdeckten Zustand? Wie intensiv ist die Inzucht und Auslese im Laufe einer Gradation in den verschiedenen Generationen und Befallszonen? Beobachten wir bei entsprechender Inzucht von Wildtieren im Laboratorium unter gleichbleibenden Umweltbedingungen Verfallserscheinungen wie im Freiland? Wie groß ist der Anteil der Degeneration am Zusammenbruch in den verschiedenen Jahren und Befallsgebieten?

Die vorliegende Theorie der genetisch bestimmten Krisenentstehung bei Massenvermehrungen ist also zugleich ein Programm, dessen Bearbeitung sich nicht nur der theoretischen, sondern vor allem der praktischen Folgerungen wegen lohnt. Je mehr wir über die Gesetze der Bevölkerungsbewegungen bei den Tieren wissen, desto sicherer finden wir auch den richtigen Ansatzpunkt, um ihren Verlauf vorauszusagen und in unserem Sinne zu beeinflussen.

Abschließend sei nochmals betont, daß mit dieser Theorie keineswegs jeder Zusammenbruch einer Massenvermehrung erklärt werden soll, da zweifellos oft äußere Einflüsse oder Übervölkerung das Wachstum der Population beenden, bevor noch innere Schadfaktoren wirksam oder zum mindesten erkannt werden. Ich stimme vollkommen mit den Autoren überein, die sehr verschiedenartige regulatorische Kräfte annehmen, welche die Populationsdichte der Art

wieder auf das normale Maß zurückführen. Ich glaube allerdings mit der angeführten Theorie wenigstens die Grundlage zum Verständnis einer dieser Kräfte gegeben zu haben, die bisher wohl noch wenig beachtet und in ihrer Auswirkung und Verbreitung noch kaum untersucht worden ist. Wenn hierdurch derartige Untersuchungen angeregt und die Zusammenarbeit zwischen Populationsgenetik und angewandter Zoologie gefördert werden sollte, hat die Arbeit ihren Hauptzweck erfüllt.

G. Zusammenfassung

Es wird eine Theorie gegeben, die die genetischen Grundlagen der Verfallserscheinungen im Verlauf einer Massenvermehrung darstellen will, indem sie die bisherigen Ergebnisse angewandt entomologischer Arbeiten über den Massenwechsel mit den Ergebnissen der modernen Populationsgenetik vereinigt.

Nach einer Besprechung der genetischen Grundlagen (Variabilität in Bevölkerungen, Inzucht und Selektion) wird im Kapitel D die eigentliche Theorie entwickelt. Sie besagt, daß durch Herausspalten rezessiver, vitalitätssenkender Erbanlagen, wie sie in natürlichen Populationen weit verbreitet sind, auf dem Wege der bei schneller Vermehrung einer kleinen Ausgangsbevölkerung notwendigen Inzucht und durch zeitweiliges Nachlassen des Selektionsdruckes eine allgemeine Verschlechterung der physiologischen Leistung entstehen muß, die zu einem Zusammenbruch der Gradation aus inneren Ursachen führen kann. Eine derartige Krisenentstehung wird als „Degenerationstyp" bezeichnet.

Auf Grund dieser Anschauung werden drei Erwartungen über Art und Ausdehnung des Gradationsverlaufes ausgesprochen, die an Hand der vorliegenden Beobachtungen aus dem Gebiet der angewandten Entomologie und der Genetik geprüft und bestätigt werden können. Aus dieser Theorie, die keine allgemein und allein gültige Lösung des Krisenproblems darstellen soll, sondern nur die genetische Komponente des Ursachenkomplexes etwas näher zu beleuchten versucht, ergibt sich abschließend ein vielseitiges Arbeitsprogramm.

H. Schrifttum

Abel, O. (1923), Gedanken über die Ursachen der Degeneration und deren phylogenetische Bedeutung. Palaeontologia Hungari **1**, 3. Budapest.

Bauer, H., u. Timoféeff-Ressovsky, N. W. (1943), Genetik und Evolutionsforschung bei Tieren. In: Die Evolution der Organismen, herausgegeben von Heberer. Jena, G. Fischer.

Blunck, H. (1930), Der Massenwechsel der Insekten und seine Ursachen. 4. Wandervers. D. Entomol. in Kiel.

Brandt, H. (1936), Puppengewicht, Puppengröße und Eizahl beim Kiefernspanner, *Bupalus piniarius* L. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 7, S. 413.

Chapman, R. N. (1928), The quantitative analysis of environmental factors. Ecology Vol. IX, S. 11.

CHAPMAN, R. N. (1931), Animal ecology, with a special reference to insects. New York a. London.
D'ANCONA, U. (1939), Der Kampf ums Dasein. Deutsche Übersetzg. Berlin, Verlag Borntraeger.
DOBZHANSKY, TH. (1939), Die genetischen Grundlagen der Artbildung. Deutsch von W. LERCHE. Jena, G. Fischer.
EIDMANN, H. (1934), Zur Epidemiologie der Forleule. In: Die Forleule in Preußen. Hannover, Schaper.
— — (1937), Zur Theorie der Bevölkerungsbewegung der Insekten. Anz. f. Schädlingskde. 13, S. 25 u. 47.
ELTON, CH. (1930), Animal ecology and evolution. Oxford.
ESCHERICH, K. (1913), Ein Vorschlag zur Hebung der Forstentomologie. Nat. Zeitschr. f. Forst- u. Landw.
— — (1931), Die Forstinsekten Mitteleuropas Bd. III. Berlin, Paul Parey.
FEDERLEY, H. (1927), Das Inzuchtproblem. Handb. d. Vererbgswiss. Berlin.
FISCHER, E. (1914), Die Rassenmerkmale des Menschen als Domestikationserscheinungen. Z. Morphol. u. Anthropol. 18.
FISCHER, H. (1942), Die Massenvermehrung der Nonne in den Staatsforsten des Regierungsbezirkes Gumbinnen 1897—1902. In: „Die Nonne in Ostpreußen 1933—1937". Monogr. z. angew. Entomologie Nr. 15.
FORD, H. B. u. E. B. (1930), Fluctuation in numbers, and its influence on variations in *Melitaea aurinia* Rott. Trans. ent. Soc. 78, S. 345. London.
FRANZ, J. (1940), Phasenwechsel und Massenwechsel bei Wanderheuschrecken. Z. f. angew. Entom. 26, S. 664.
— — (1941), Der Tannentriebwickler *Cacoecia murinana* Hb., Beiträge zur Bionomie und Ökologie. Z. f. angew. Entom. 27, S. 345 u. 585.
FRIEDERICHS, K. (1930), Die Grundfragen und Gesetzmäßigkeiten der land- und forstwirtschaftlichen Zoologie; II. Bd. Berlin, Paul Parey.
— — (1934), Die Kieferneule in Mecklenburg. II. Das Ende der Plage. Forstw. Centralbl. 56, S. 276.
GEISSEL, H. (1936), Entwicklungsdauer, Flügellänge und Vitalität ingezüchteter Mehlmottenstämme und ihrer Kreuzungen. Z. ind. Abst.-Vererb.lehre 71, S. 382.
GOLDSCHMIDT, R. (1929), Untersuchungen zur Genetik der geographischen Variation II. Roux' Archiv f. Entw.-mech. 116, S. 136.
— — (1932), Untersuchungen zur Genetik der geographischen Variation V. Ibid. Bd. 126, S. 674.
— — (1932), Untersuchungen zur Genetik der geographischen Variation VI. Ibid. Bd. 136, S. 266
HADORN, E. (1938), Die Degeneration der Imaginalscheiben bei letalen *Drosophila*-Larven der Mutation „lethal-giant". Rev. Suisse de Zool. 45, S. 425.
HOFMANN, CH. (1934), Der Einfluß von Hunger und engem Lebensraum auf das Wachstum und die Fortpflanzung der Lepidopteren. Z. f. angew. Entom. 20, S. 51.
HORN, W. (1930), Einige Bedenken gegen neuere Anschauungen über Massenvermehrung von Insekten. 4. Wandervers. D. Entom. 43.
JANISCH, E. (1936), Physiologische Grundlagen der Nonnenprognose. Anz. f. Schädlindskde. 12.
— — (1938 a), Untersuchungen über den Massenwechsel von Schadinsekten, Z. f. Pflanzenkr. u. Pflanzenschutz 48, S. 435.
— — (1938 b), Das klimatische Optimum der Nonnenraupe. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 9.
— — (1941), Über die Bewertung der Mortalitätsfaktoren beim Massenwechsel von Schadinsekten. Z. f. angew. Entom. 28, S. 241.
JOHANNSEN, W. (1926), Elemente der exakten Erblichkeitslehre. 3. Aufl. Jena.
JUST, G. (1935), Variabilität in: Handwörterbuch d. Naturwiss. S. 136.

Just, G. (1928), Methoden der Vererbungslehre. In: Methodik d. wiss. Biologie II, herausgegeben von T. Péterfi.

Kappert, H. (1934), Grundriß der gärtnerischen Pflanzenzüchtung. Berlin, Paul Parey.

Klatt, B. (1944), 30 Jahre Inzucht beim Schwammspinner. Zool. Anz. 144, H. 9/10.

Köhler, W. (1940), Der Einfluß verschiedenen Ernährungsgrades auf äußere Körpermerkmale, auf die Entwicklungsgeschwindigkeit, Lebensdauer und Fortpflanzungsfähigkeit von *Ephestia kühniella* Zeller. Biol. Cbl. 60, S. 34.

Kronacher, C. (1925), Der heutige Stand der Inzuchtfrage. Z. f. Tierzüchtg. u. Züchtungsbiol. 2, S. 1.

Kühn, A. (1934), Über den biologischen Wert von Mutationsrassen. Forsch. u. Fortschr. 10.

— — (1939), Grundriß der Vererbungslehre. Leipzig, Quelle u. Meyer.

Lorenz, K. (1940), Durch Domestikation verursachte Störungen arteigenen Verhaltens. Z. angew. Psychol. u. Charakterkde. 59.

Ludwig, W. (1944), Über Inzucht und Verwandtschaft. Z. f. menschl. Vererb.- u. Konst.lehre 28, S. 278—312.

Mors, H. (1942 a), Der Nonnenfalter während einer Massenvermehrung. In: „Die Nonne in Ostpreußen (1933—1937)" Monogr. z. angew. Entom. Nr. 15.

— — (1942 b), Untersuchungen zur Nonnenprognose Wellensteins und die Bedeutung gradologischer Merkmale. Ibid.

— — (1942 c), Die Entwicklung der Nonne im Freiland unter besonderer Berücksichtigung des Klimas und der Fraßpflanze. Ibid.

— — (1942 d), Aktivität und Fraß der Nonnenraupe in den verschiedenen Jahren ihrer Massenvermehrung. Ibid.

Niklas, O. F. (1939), Zum Massenwechsel der Tachine, *Parasetigena segregata* Rond. in der Rominter Heide. Z. f. angew. Entom. 26, S. 63.

Pearl, R. (1925), The biology of population growth. New York.

Reh, L. (1930), Über die Ursachen stärkeren und schwächeren Auftretens von Insekten. Anz. f. Schädlingskde. 6, S. 1.

Reinig, W. F. (1938), Der genetische Aufbau von Sippen. Forsch. u. Fortschr. 14, S. 272.

Rhumbler, L. (1929), Zur Begiftung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.) in der Oberförsterei Hersfeld-Ost 1926. Z. f. angew. Entom. 15, S. 137.

Rudelt, J. (1935), Über die Beziehungen zwischen Puppengewicht und Eiproduktion beim Kiefernspinner (*Dendrolimus pini* L.) Anz. f. Schädlingskde. 11, S. 1.

Sachtleben, H. (1929), Die Forleule, *Panolis flammea* Schiff. Monogr. z. Pflanzenschutz Nr. 3, Berlin, J. Springer.

Schedl, K. (1936), Der Schwammspinner in Euroasien, Afrika und Neuengland. Monogr. z. angew. Entom. Nr. 12.

— — (1939), Blattwespenkokongröße und Fruchtbarkeit der schlüpfenden Weibchen. Anz. f. Schädlingskde. 15, S. 25.

Schwerdtfeger, F. (1934), Untersuchungen über die Mortalität der Forleule (*Panolis flammea* Schiff.) im Krisenjahr einer Epidemie. Mitt. Forstwirtsch. u. Forstwiss. 5, S. 417.

— — (1935), Studien über den Massenwechsel einiger Forstschädlinge. II. Über die Populationsdichte von *Bupalus piniarius* L., *Panolis flammea* Schiff., *Dendrolimus pini* L., *Sphinx pinastri* L. und ihren zeitlichen Wechsel. Z. f. Forst- u. Jagdwesen 67, S. 449.

— — (1941), Über die Ursachen des Massenwechsels der Insekten. Z. f. angew. Entom. 28. S. 254.

Smirnov, E. u. Wialovitsh, N. (1934), Über den Zusammenhang zwischen der Populationsdichte und Eierproduktion der Weibchen bei der Schildlaus *Chionaspis salicis* L. Z. f. angew. Entom. 20, S. 415.

Stahl, H. (1939), Über die Beziehungen zwischen Puppendurchmesser, Puppengewicht, Puppenvolumen und Eizahl beim Kiefernspanner *Bupalus piniarius* L. In: Der Kiefernspanner 1937, S. 113. Verlag Schaper, Hannover.

Strohl, J., u. Köhler, W. (1935), Die Wirkung eines pleiotropen Gens auf Färbung, Lebensdauer und Fortpflanzungsfähigkeit der Imago bei der Mehlmotte *Ephestia kühniella* Z. Ges. d. Wissensch. Göttingen, Nachr. a. d. Biologie 2, S. 31.

Subklew, W. (1939), Untersuchungen über die Bevölkerungsbewegung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.). In: Der Kiefernspanner 1937. Verlag Schaper, Hannover.

Thalenhorst, W. (1938), Die Puppengewicht-Eizahlrelation der Forleule *(Panolis flammea* Schiff.). Anz. f. Schädlingskde. 14, S. 105.

— — (1941), Zur Prognose des Schadauftretens der Kiefernbuschhornblattwespe (*Diprion pini* L.) Z. f. Forst- u. Jagdwesen 73, S. 201.

Thompson, Th., u. Parker, H. L. (1928), The european corn borer and its controlling factors in Europe. Techn. Bull. USA, Dep. of Agr. 59.

Timoféeff-Ressovsky, H. A. u. N. W. (1927), Genetische Analyse einer freilebenden *Drosophila melanogaster*-Population. Roux' Archiv f. Entw.-mech. 109, S. 70.

Ulmann, E. (1941), Die regulatorische Bedeutung der Bevölkerungsdichte für das natürliche Gleichgewicht einer Art. Z. f. angew. Entom. 28, S. 1.

Uvarov, B. P. (1928), Locusts and grashoppers. London.

Voelkel, H. (1930), Vorläufige Mitteilung über den gesetzmäßigen Ablauf der Massenvermehrung von Insekten. Nachrbl. f. Deutsch. Pflanzenschutzdienst.

Wellenstein, G. (1942), Zum Massenwechsel der Nonne. In: „Die Nonne in Ostpreußen (1933—1937)". Monogr. z. angew. Entom. Nr. 15.

Zwölfer, W. (1930), Zur Theorie der Insektenepidemien. Biol. Zbl. 50, S. 724.

— — (1934), Studien zur Ökologie, insbesondere der Bevölkerungslehre der Nonne *Lymantria monacha* L. Z. f. angew. Entom. 20, S. 1.

Aus dem Staatlichen Weinbauinstitut Freiburg/Br.

Der Einfluß von Tageszeit und Witterung auf Ausschlüpfen, Begattung und Eiablage des Springwurmwicklers *Sparganothis pilleriana* Schiff.[1])

Von

Dr. Bruno Götz

Mit 10 Abbildungen

Im Jahre 1943 habe ich über Freilanduntersuchungen berichtet, die sich mit dem Ausschlüpfen, der Begattung und der Eiablage des besonders als Rebschädling gefährlichen Springwurmwicklers *Sparganothis pilleriana* Schiff. befaßten (6). Mit Hilfe besonderer Beobachtungsgeräte, sogenannten Schlüpf-, Begattungs- und Eiablageuhren (2, 3, 4, 7), welche die stündlichen Ergebnisse festhalten und nach 12 Stunden noch abzulesen gestatten, konnte das Verhalten des Schädlings im Freien, also unter naturgerechten Bedingungen studiert werden. Die Resultate unterschieden sich daher hinsichtlich ihrer Genauigkeit und praktischen Verwendbarkeit wesentlich von früheren Laboratoriumsbefunden.

Es ließ sich 1943 ermitteln, daß beim Springwurmwickler in derselben Weise wie bei den Traubenwicklern die Erfüllung der verschiedenen Lebenstätigkeiten an bestimmte Tageszeiten und Temperaturen gebunden ist. Besonders interessant war dabei die Feststellung, daß die zeitlichen Rhythmen bei den verschiedenen Funktionen (Ausschlüpfen der Imagines, Begattung und Eiablage), wenigstens was die Höhepunkte anbelangt, nicht übereinstimmten.

Zum Teil bedurften die Versuche des Jahres 1943 noch einer Ergänzung. Insbesondere betraf dies jene über die Eiablage, wofür nicht genügend trächtige Weibchen zur Verfügung gestanden hatten. Die Untersuchungen wurden daher 1944 weitergeführt. Im folgenden sind die Gesamtergebnisse, die 1943 und 1944 erzielt wurden, zusammengefaßt.

I. Das Ausschlüpfen der Imagines

Im Jahre 1943 waren die meisten Motten des Springwurmwicklers morgens und abends mit Höhepunkten zwischen 8 und 9 bzw. 20 und

[1]) Die experimentellen Arbeiten wurden an der Staatl. Versuchs- und Forschungsanstalt für Wein- und Gartenbau in Geisenheim (Rhg.) durchgeführt.

21 Uhr geschlüpft, wenige tagsüber, in den eigentlichen Nachtstunden zwischen 23 und 3 Uhr dagegen überhaupt keine.

Das 1944 benutzte Beobachtungsgerät war das gleiche wie im Vorjahr. Es nützt die Neigung vieler Insekten aus, unmittelbar nach dem Schlüpfen, zum Entfalten der Flügel, aus der Horizontalen an eine Vertikale und ins Helle zu kriechen. Im wesentlichen besteht die Apparatur aus zwölf, oben von einer Glasscheibe, unten von einer rotierenden Aluminiumscheibe mit Uhrwerkantrieb verschlossenen, gleichgroßen Fächern (siehe Abb. 1). In der Aluminiumscheibe befindet sich ein keilförmiger Spalt mit Gazeboden zur Aufnahme der Puppen. Die aus letzteren hervorkommenden Imagines müssen stets unter der Glasscheibe an den senkrechten Wänden j e n e s Faches zu finden sein, welches die Spalte mit den Puppen im Augenblick des Schlüpfens durchlaufen hat. Die Umdrehungszeit beträgt, der Anzahl der dicht gegeneinander abgeschlossenen Fächer entsprechend, 12 Stunden, so daß bei halbtägig vorgenommener Kontrolle durch Auszählen die Menge der geschlüpften Tiere sich für jede der vorangegangenen 12 Stunden genau ermitteln läßt. Bei geringster Inanspruchnahme des Versuchsanstellers ist somit im Freien, unter naturgerechten Helligkeits- und Witterungsbedingungen, ohne störende Manipulationen während der Kontrollen (z. B. nachts durch künstliche Beleuchtung) ein genaues, die wirklichen Verhältnisse widerspiegelndes Resultat zu erwarten.

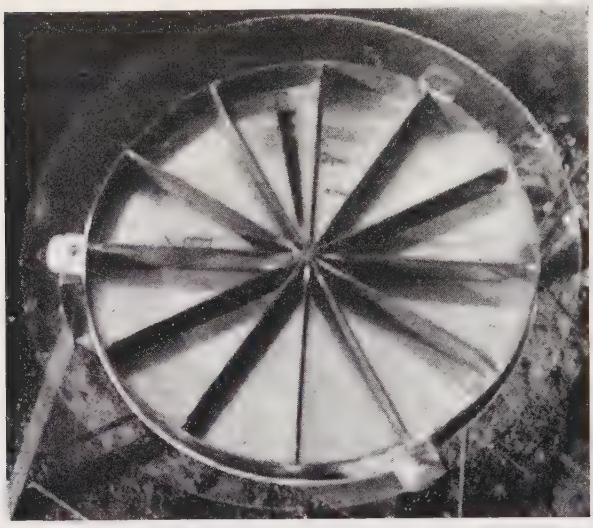

Abb. 1. Schlüpfuhr (von oben)

Die Gesamtergebnisse von 1943 und 1944 über die tägliche Schlüpfzeit der Motten sind der Tabelle 1 und Abb. 2 zu entnehmen.

Tabelle 1

Schlüpfzeit in Tagesstunden

	0–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–13
Anzahl der geschlüpften Motten	—	—	—	1	1	2	7	10	14	9	6	6	2

	13–14	14–15	15–16	16–17	17–18	18–19	19–20	20–21	21–22	22–23	23–24
Anzahl der geschlüpften Motten (Insgesamt 112)	3	3	5	2	1	2	11	15	7	5	—

Das Ausschlüpfen der Motten begann somit nach 3 Uhr morgens, verstärkte sich ab 6 Uhr, um nach einem deutlichen Höhepunkt zwischen 8 und 9 Uhr wieder schwächer zu werden. Abends nach 19 Uhr verließen die Imagines wieder zahlreicher die Puppenhüllen

und es ergab sich ein deutlicher Höhepunkt zwischen 20 und 21 Uhr. Zwischen 23 und 3 Uhr schlüpften keine Motten. Das Gesamtresultat entspricht somit dem Ergebnis des Jahres 1943, bringt sogar noch deutlicher zwei Höhepunkte morgens und abends.

Die Annahme, daß die Motten des Springwurmwicklers stets oder mehr nachts schlüpfen, ist demnach widerlegt (9, 12). Das Gegenteil ist der Fall.

Wie 1943 stand die Schlüpfuhr zur Ausschaltung von Fehlerquellen durch Sonnenbestrahlung im Dauerschatten, unmittelbar neben derselben in gleichem Bodenabstand ein Thermohygrograph, so daß es

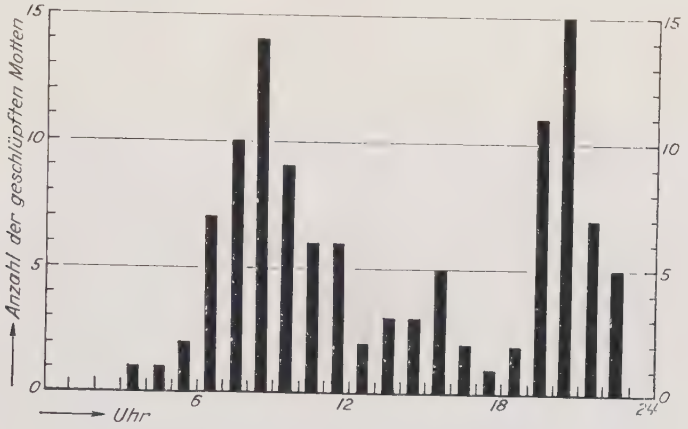

Abb. 2. Schlüpfstunden der Springwurmmotten

möglich war, nachträglich die Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit während der Schlüpfzeiten zu ermitteln. Das Gesamtresultat der beiden Jahre geben die Tabellen 2 und 3 wieder.

Tabelle 2

Temperaturgrade in C

	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Anzahl der geschlüpften Motten	1	1	10	12	15	17	14	9	6	4	5	7	7	4	—	

Die Motten schlüpften innerhalb eines Temperaturbereiches von + 14 bis + 28 ° C. In 40 % der Fälle war der Schlüpfvorgang zwischen + 18 und + 21 ° C; im Jahre 1943 allein hatten 41 % der Motten die Puppenhüllen zwischen + 18 und + 21 ° C (nicht + 20 ° C, s. [6] S. 63) verlassen.

Tabelle 3

Relative Luftfeuchtigkeit in %

	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Anzahl der geschlüpften Motten	—	2	5	4	17	13	17	15	14	13	12	—	

Das Gesamtresultat gleicht dem Ergebnis von 1943. 90 % der Motten schlüpften zwischen 60 und 65 % relativer Luftfeuchtigkeit,

der Rest bei höheren (bis 100) und niedrigeren Prozentsätzen (bis 40 hinab).

Zusammenfassend kann man sagen, daß das Ausschlüpfen der Springwurmwicklermotten zwischen 3 und 23 Uhr mit je einem deutlichen Höhepunkt morgens und abends zwischen 8 und 9 Uhr erfolgte. Es herrschten dabei nahörtliche Temperaturen von +14 bis +28° C, vorwiegend von +18 bis +21° C und relative Luftfeuchtigkeiten zwischen 45 und 95%, besonders zwischen 60 und 95%.

II. Die Begattung

Die Fähigkeit der brünstigen Weibchen vieler Insekten, mit Hilfe eines Sexualduftstoffes die Männchen zur Begattung anzulocken, gab die Möglichkeit, ein Gerät zu entwickeln, mit dem die Anflugstunden kopulationslustiger Tiere ermittelt werden konnten.

Die Apparatur besteht aus einem Gestell mit einer rotierenden, auf der Oberseite leimbestrichenen Aluminiumscheibe (siehe Abb. 3 und 4). Von letzterer nicht überdeckt, befindet sich im Gestell ein Weibchenbehälter mit Gazeöffnung. Nach oben werden Scheibe und Weibchenbehälter von einem abnehmbaren Blechdeckel mit einem keilförmigen, verstellbaren Ausschnitt abgeschlossen. Die Wirkungsweise ist folgende: Die brünstigen Weibchen im Behälter scheiden Sexualduftstoff aus, der über die Aluminiumscheibe durch den Ausschnitt im Blechdeckel nach außen strömt und die Männchen anzieht. Bei dem Versuch, zu den Lockweibchen zu gelangen, bleiben die anfliegenden Tiere auf der leimbestrichenen Aluminiumscheibe kleben. Diese ist in 12 Sektoren eingeteilt und wird von einem Uhrwerk in 12 Stunden einmal um sich selbst gedreht. Die Anflugszahl läßt sich halbtägig für jede einzelne Stunde genau feststellen, vorausgesetzt daß die Einflugöffnung gleichgroß oder kleiner ist als einer der zwölf Kreissektoren auf der Aluminiumscheibe. Die Männchen können dann nur auf dem Sektor kleben, der sich im Augenblick des Anfluges unter der Spaltöffnung im Blechdeckel befunden hat.

Abb. 3. Begattungsuhr

Die Ergebnisse enthält Tabelle 4 und Abb. 5.

Tabelle 4

Anflugszeit in Tagesstunden

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12
Anzahl der gefangenen Männchen	22	22	25	11	11	5	3	2	—	—	—	—

	13—14	14—15	15—16	16—17	17—18	18—19	19—20	20—21	21—22	22—23	23—24
Anzahl der gefangenen Männchen	—	—	—	—	—	—	—	—	1	8	17

Entsprechend dem Anflugergebnis begann die Begattungszeit beim Springwurmwickler nach 21 Uhr und endete vor 8 Uhr. Die meisten Männchen fingen sich zwischen 23 Uhr und 3 Uhr. Die Absonderung von Sexualduftstoff und die Bereitschaft zur Kopulation waren also

Abb. 4. Begattungsuhr geöffnet mit gefangenen Männchen

nachts am stärksten, gerade zu einer Zeit also, in der keine Springwurmmotten schlüpften.

Der dicht beim Beobachtungsgerät befindliche Thermohygrograph hatte während der Fangstunden folgende Temperaturen und relative Luftfeuchtigkeiten aufgezeichnet (siehe Tabellen 5 und 6):

Tabelle 5

Temperaturgrade in °C

	13—14	14—15	15—16	16—17	17—18	18—19	19—20	20—21	21—22
Anzahl der gefangenen Männchen	—	4	21	35	32	18	16	1	—

Tabelle 6

Relative Luftfeuchtigkeiten in %

	75—80	80—85	85—90	90—95	95—100
Anzahl der gefangenen Männchen	—	6	27	73	21

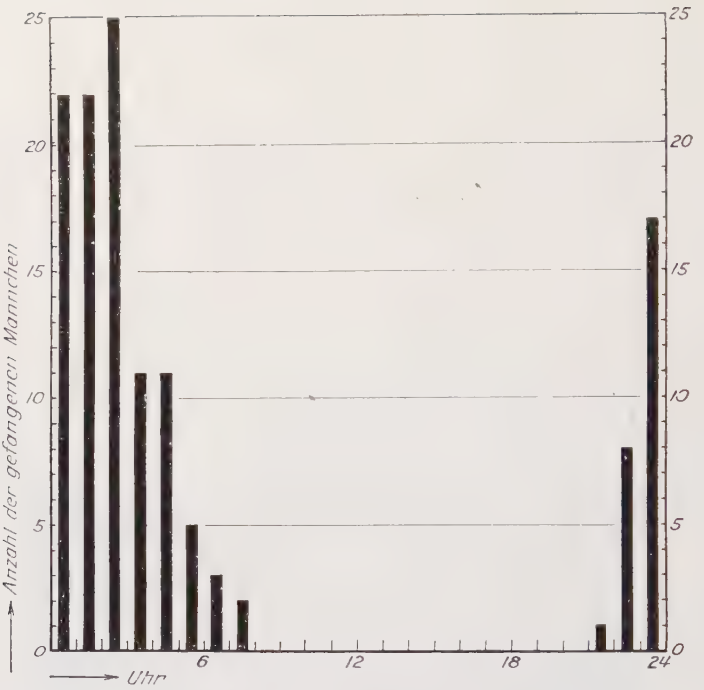

Abb. 5. Anflugstunden der Männchen zur Begattungsuhr

Im allgemeinen werden nachts die niedersten Tagestemperaturen, dagegen die höchsten relativen Luftfeuchtigkeiten gemessen. Da der Anflug der kopulationslustigen Männchen bzw. die Ausscheidung des Sexualduftstoffes von den Weibchen hauptsächlich nachts erfolgte, ergaben sich für die Fangstunden niedrigere Wärmegrade und höhere relative Luftfeuchtigkeiten als beim Ausschlüpfen, das vorwiegend morgens und abends, nie dagegen in der Nacht erfolgte. So waren Fangergebnisse bei Temperaturen zwischen + 14 und + 21 °C, besonders hohe zwischen + 16 und + 18 ° zu verzeichnen und relative Luftfeuchtigkeiten zwischen 80 und 100 %, vorwiegend zwischen 90 und 95 %.

Zusammenfassend läßt sich somit sagen, daß bei nicht verhütetem Zusammentreffen der Geschlechter Begattungen zwischen 21 und 8 Uhr mit einem Maximum von 23 bis 3 Uhr zustande gekommen wären, bei Temperaturen zwischen + 14 und + 21 °C mit einer Spitze von + 16 bis + 18 °C und einer relativen Luftfeuchtigkeit zwischen 80 und 100 % mit einem Maximum bei 90 bis 95 %.

III. Die Eiablage

Die Weibchen der Springwurmwickler legen wie jene der Traubenwickler ihre Eier mit Vorliebe auf glatte Flächen. Man kann

daher die Weibchen zwingen, ihre Eier an ganz bestimmte Stellen abzulegen, die sich von ihrer Umgebung durch ihre für die Eiablage günstige Beschaffenheit, nämlich ihre Glätte, unterscheiden. Bei den unten beschriebenen sogenannten Eiablageuhren ist diese Erkenntnis ausgenützt.

Auf einem Gestell ruht eine runde, mit Fettstift in 12 gleichgroße Sektoren eingeteilte Glasscheibe (siehe Abb. 6). Über derselben rotiert wie ein Uhrzeiger in halbtägigem Turnus ein nach der Glasplatte zu offener Gazebehälter zur Aufnahme der trächtigen Weibchen. Nur die Glasscheibe steht diesen als geeignete Eiablagefläche zur Verfügung, so daß sie gezwungen sind, auf dieser ihre Gelege anzufertigen. Das unten mit einem weichen Wulst versehenen Gazehäuschen streift beim Weiterwandern über das festgekittete und mit einer rasch verhärtenden Substanz überzogene Eigelege weg, ohne es zu lösen oder zu beschädigen. Da bekannt ist, wann das Gazehäuschen mit den Weibchen über der Eiablagestelle war, läßt sich die Eiablagestunde leicht nach einem halben Tag noch ermitteln.

Abb. 6. Eiablageuhr

Die Versuche 1943 hatten eine ganz geringe und verzettelte Eiablagetätigkeit der Springwurmweibchen tagsüber ergeben. $^3/_4$ der Eier waren in der Zeit von 21 bis 4 Uhr abgelegt worden (siehe Tabelle 7 und Abb. 7). Das Maximum selbst lag zwischen 21 und 24 Uhr.

Tabelle 7

Eiablegezeit

	0—1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13
Anzahl der Eigelege 1943	4	3	1	1	—	—	—	2	1	—	1	2	1
Insgesamt	7	6	5	6	1	2	—	2	1	—	1	2	1

	13—14	14—15	15—16	16—17	17—18	18—19	19—20	20—21	21—22	22—23	23—24
Anzahl der Eigelege 1943	1	1	1	2	—	1	1	2	9	9	8
Insgesamt	1	1	1	2	—	1	9	16	17	16	19

Ein Vergleich des Gesamtresultates mit dem Ergebnis von 1943 zeigt, daß 1944 kein einziges Eigelege in der Zeit zwischen 6 und 19 Uhr angefertigt wurde. Ganz deutlich tritt jetzt die Haupteiablagezeit zwischen 20 und 24 Uhr in Erscheinung, denn 58 % (1943 allein 55 %) der Eigelege waren in dieser Zeit angefertigt worden. Die Hauptaktivität entfalteten somit die Motten bei der Eiablage abends und nachts.

Die Aufzeichnungen des Thermohygrographen ergaben folgende Temperaturen und relative Luftfeuchtigkeiten bei der Anfertigung der Gelege (siehe Tabellen 8 und 9):

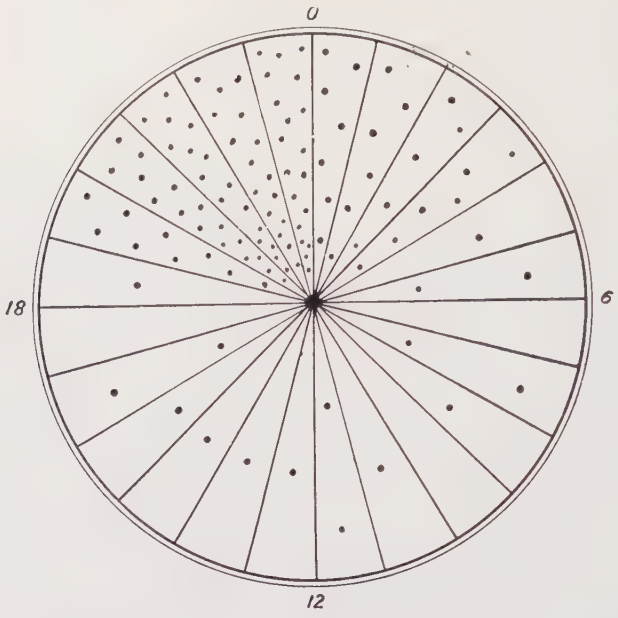

Abb. 7. Eiablagstunden der Weibchen

Tabelle 8

Temperaturgrade in C

	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Anzahl der Eigelege	—	1	5	4	12	13	14	5	6	3	5	2	1	2	2	—	

Leider konnten infolge eines nicht gleich bemerkten Defektes am Temperaturschreiber nicht für alle Gelege die bei ihrer Herstellung herrschenden Wärmegrade ermittelt werden.

Tabelle 9

Rel. Luftfeuchtigkeiten in %

	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Anzahl der Eigelege	—	3	3	8	9	15	18	21	25	11	—	

Die Eiablage erfolgte in einem Temperaturbereich von + 14 bis + 28 ° C. Besonders frequentiert waren die Wärmegrade zwischen + 17 und + 20 ° C. Im Jahre 1943 allein hatte sich bei gleicher Temperaturbreite eine Spitze zwischen + 18 und + 19 ° C ergeben.

Während der Eiablagestunden wurden relative Luftfeuchtigkeiten zwischen 50 % und 90 % gemessen, besonders häufig solche von 70 % bis 90 %.

Faßt man die erzielten Ergebnisse kurz zusammen, so kann man sagen, daß die Weibchen

des Springwurmwicklers ihre Eier nur selten tagsüber ablegten, in der Regel erst nach 19 Uhr bis morgens 4 Uhr, wobei die Haupteiablagezeit von 20 Uhr bis Mitternacht dauerte. Es wurden dabei Temperaturen zwischen +14 und +20° C, vor allem zwischen +17 und +20° C gemessen, sowie relative Luftfeuchtigkeiten zwischen 50% und 90%, besonders zwischen 70% und 95%.

IV. Besprechung der Versuchsergebnisse

Mit Hilfe der Beobachtungsuhren konnte in den Jahren 1943 und 1944 festgestellt werden, zu welcher Tageszeit und unter welchen Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitsverhältnissen die Motten des Springwurmwicklers im Freien ausschlüpften, sich begatteten und Eier ablegten. Bei einer vergleichsweisen Betrachtung der Resultate, wie dies die Abb. 8 ermöglicht, ist zu erkennen, daß das Ausschlüpfen, die Begattung und die Eiablage zu bestimmten Tageszeiten gehäuft vor sich ging. Das Interessante dabei ist, daß analog den Verhältnissen bei den Traubenwicklern die Hauptaktivitätsstunden für die drei untersuchten Vorgänge sich nicht decken. Waren beim Ausschlüpfen zwei Höhepunkte, morgens und abends, zu verzeichnen, bei

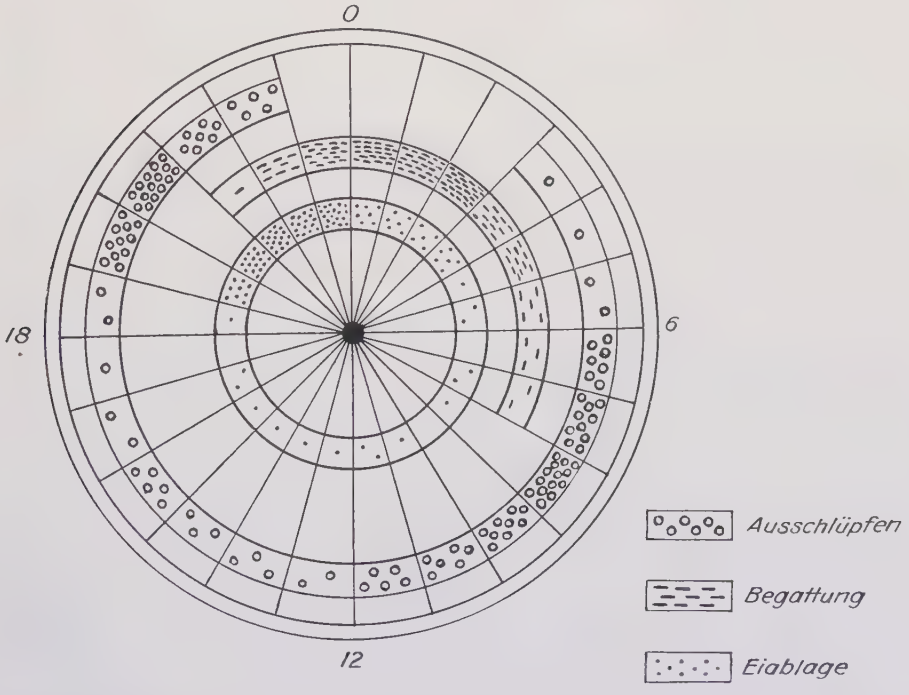

Abb. 8. Tagesstunden und Aktivität des Springwurmwicklers beim Ausschlüpfen der Imagines, bei der Begattung und der Eiablage. (Jeder Kreis, Strich oder Punkt bedeutet eine geschlüpfte Motte, ein gefangenes Männchen oder ein angefertigtes Eigelege)

völliger Ruhe während der Nachtstunden und nur geringen Vorgängen während der Mittags- und Nachmittagsstunden, so spielte sich die Begattung hauptsächlich in den Stunden ab, in denen keine Motten schlüpften, nämlich in der Zeit von 23 bis 3 Uhr. Wurde der Höhepunkt des Anfluges kopulationslustiger Männchen zum Beobachtungsgerät erst nach Mitternacht erreicht, so erfolgte dagegen die Ablage der meisten Eier zwischen 20 und 24 Uhr, also vor Mitternacht. Zieht man das Ausschlüpfen nicht in Betracht, so können die Motten des Springwurmwicklers als Insekten bezeichnet werden, deren Aktivität abends beginnt, nachts anhält bzw. sich verstärkt und morgens im wesentlichen endigt.

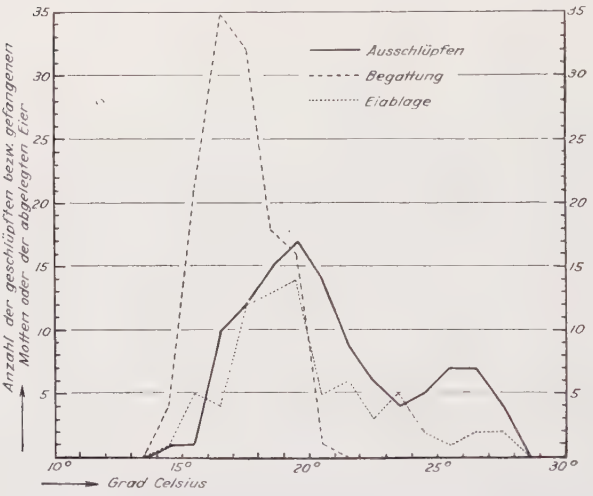

Abb. 9. Temperaturen und Häufigkeit der Vorgänge beim Ausschlüpfen der Imagines, bei der Begattung und der Eiablage

Ob die Motten zu den ermittelten Tageszeiten ausschlüpfen, sich begatten oder Eier ablegen, bestimmen letzten Endes die Witterungsverhältnisse. Mit Hilfe dicht neben den Beobachtungsapparaten stehender Thermohygrographen konnten die nahörtlichen Wärmegrade und relativen Luftfeuchtigkeiten bei den einzelnen Vorgängen genau ermittelt werden. Es ergaben sich dabei folgende Temperaturbreiten (siehe auch Abb. 9):

Von + 14 ° C bis + 28 ° C beim Ausschlüpfen,
„ + 14 ° C „ + 21 ° C bei der Begattung,
„ + 14 ° C „ + 28 ° C bei der Eiablage.

Relative Luftfeuchtigkeiten wurden gemessen
zwischen 45 und 95 % beim Ausschlüpfen,
„ 80 „ 100 % bei der Begattung,
„ 50 „ 95 % bei der Eiablage.

Der Aktivitätsbereich erstreckte sich demnach von + 14 ° C bis + 28 ° C, sowie von 45—100 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Besonders häufig fielen die Vorgänge in Stunden mit folgenden Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitswerten:

Ausschlüpfen: + 18 ° C bis + 21 ° C und 60—95 % relative
Begattung: + 15 ° C bis + 20 ° C und 90—95 % Luft-
Eiablage: + 17 ° C bis + 20 ° C und 70—95 % feuchtigkeit

Diesen sogenannten Optimaltemperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten, die im Freilandexperiment ermittelt wurden, lege ich keine allzu große Bedeutung bei. Daß diese Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten häufiger gemessen wurden, liegt wohl einfach daran, daß sie eben in den frequentierten Schlüpf-, Begattungs- und Eiablagestunden gerade herrschten. In anderen Gegenden und Lagen würden sich wahrscheinlich ganz andere optimale Wärmegrade und relative Luftfeuchtigkeiten ergeben haben. Es würden sich aber sicherlich auch in der gleichen Lage Unterschiede ergeben, je nachdem die Untersuchungen in einem kühleren oder heißeren Sommer zur Durchführung gelangt wären.

Es ist weiterhin auch unwahrscheinlich, daß die Motten bei der Eiablage einen anderen Temperaturbereich wählen wie bei der Begattung, mit anderen Worten, daß sie für die Begattung andere Wärmegrade verlangen oder vorziehen wie für die Eiablage. Daß der festgestellte Temperaturbereich bei der Begattung kleiner ist, liegt einfach daran, daß in der Hauptbegattungszeit nach Mitternacht eben andere, niedrigere Temperaturen herrschten als in der vormitternächtlichen Haupteiablagezeit.

Wichtig sind die Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitsgrenzen, jenseits deren die Motten des Springwurmwicklers inaktiv werden und keinesfalls ausschlüpfen, kopulieren oder Eier ablegen. Diese Werte zu ermitteln, ist für die Praxis in erster Linie von Bedeutung. Sie müssen allgemein feststehend sein, wenn es nicht zur Bildung physiologischer Rassen gekommen ist, die sich hinsichtlich ihrer Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitsansprüche unterscheiden. Nach meinen Feststellungen liegen diese Grenzen bei $+14^{\circ}$C und $+28^{\circ}$C und bei 45% und 100% relativer Feuchte.

Lange Zeit hat man insbesondere den Temperaturen im Augenblick des Schlüpfprozesses, des Begattungs- und Eiablageaktes große Bedeutung für die Epidemiologie beigemessen, ja sie z. B. bei den Traubenwicklern ausschließlich bestimmend und geradezu verantwortlich für den Massenwechsel gemacht. So vertrat Stellwaag (10) die Ansicht, daß auch in einem kühlen Jahr einige warme Stunden in der Dämmerung während des Fluges für eine Massenvermehrung genügen und umgekehrt es in einem warmen Jahre während der Flugzeit abends so kühl sein kann, daß die Flüge ins Pessimum fallen.

Die Temperatur während der Eiablagestunden, die beim Traubenwickler nach neueren Beobachtungen keineswegs auf die Zeit der Dämmerung beschränkt sind, würde demnach die Menge der Eier bestimmen und so über das Zustandekommen einer Kalamität entscheiden. Auf Grund meiner Untersuchungen bei den Traubenwicklern bin ich zu dem Schluß gekommen, daß dies nicht der Fall ist und die Temperatur während der Eiablagezeit keine ausschlaggebende

Bedeutung hat. Ich habe meinen Standpunkt bereits 1943 in einer Arbeit (5, S. 150) klargelegt. Sind reife Eier vorhanden, so werden sie auch abgelegt, wenn nur die untere Temperaturgrenze nicht unter-, die obere nicht überschritten wird, und es ist kein Grund und auch kein Beweis dafür vorhanden, daß die Mottenweibchen innerhalb der Temperaturgrenzen bei manchen Wärmegraden nur einen Teil, bei anderen alle ablagefertigen Eier absetzen. Auch in wärmeren, „optimalen"

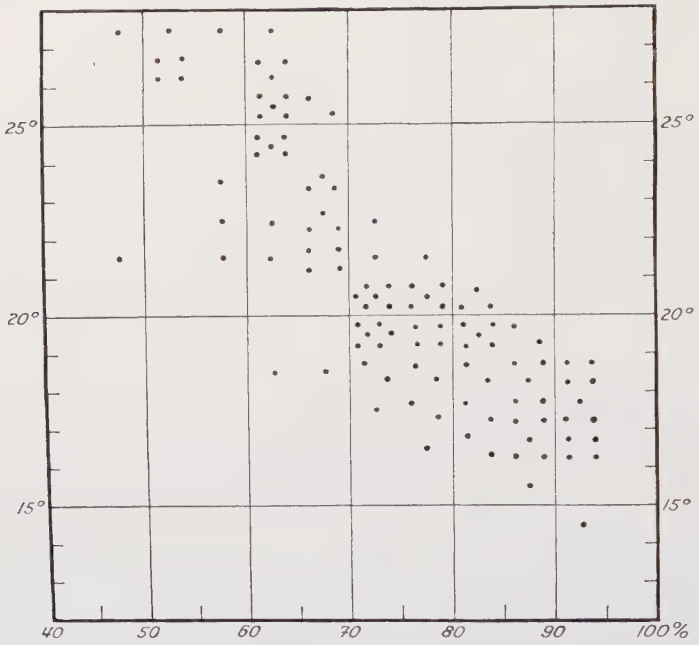

Abb. 10. Anzahl der geschlüpften Motten bei verschiedenen Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten. (Jeder Punkt bedeutet ein geschlüpftes Individuum bei der betreffenden Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitskombination)

Stunden kann es zu keiner stärkeren Eiablage kommen, wenn (vielleicht infolge einer vorangegangenen Kaltwetterperiode oder einer bereits vorher erfolgten Massenablage unter möglicherweise weniger „optimalen" Verhältnissen) keine ablagereifen Eier vorhanden sind. Auch STELLWAAG hat sich in seiner inzwischen erschienenen Arbeit „Kritische Untersuchungen zur Analyse des Massenwechsels der Insekten" (11) meiner Ansicht, daß keine Beziehung zwischen der Eizahl und den während der Eiablagestunden herrschenden Temperaturen bestehen, angeschlossen auf Grund von Untersuchungen, die Dr. BAKOWSKI und ich unabhängig voneinander und auf verschiedene Weise durchführten. Er vertritt nunmehr wie ich den Standpunkt, daß die Eiablage von der länger einwirkenden Eireifetemperatur und nicht von den Klimaelementen während des Austrittes des Eies aus dem Körper abhängig ist.

In der Abb. 10 habe ich zeichnerisch darzustellen versucht, bei welchen Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitskombinationen die Springwurmwicklermotten ausschlüpften. Hüllkurven, wie sie bei Resultaten von Laborversuchen möglich und üblich sind, lassen sich nicht ziehen, höchstens eine obere und untere Grenzkurve. Es erscheint zumindestens zweifelhaft, ob die Zeichnung den Schluß erlaubt, daß bestimmte Temperatur- und relative Luftfeuchtigkeitskombinationen von den Motten beim Schlüpfen vorgezogen werden. Wahrscheinlich demonstriert die Abbildung nur die bekannte Tatsache, daß normalerweise niedere Temperaturen mit hohen relativen Luftfeuchtigkeiten und umgekehrt hohe Wärmegrade mit niederen Luftfeuchtigkeitsprozentsätzen gepaart sind. Die Zeichnung würde dann nur widerspiegeln, welche relativen Luftfeuchtigkeiten mit den bei den Schlüpfprozessen herrschenden Wärmegraden verbunden waren, und würde so mehr für den Meteorologen als den Biologen von Wert sein.

Eine Frage bleibt noch offen, nämlich ob z. B. der gewöhnlich in den Nachtstunden vorgenommene Begattungsakt auch zu einer anderen Tageszeit durchgeführt wird, wenn nur zu dieser die ermittelte untere Temperaturgrenze überschritten wird, und ob analog die übliche Tageszeit bei der Eiablage nicht mehr eingehalten wird, wenn abends und nachts unterschwellige, tagsüber aber überschwellige Wärmegrade herrschen. Durch Verlegung der Versuchszeit in die kältere Jahreszeit wird sich auch diese Frage noch beantworten lassen.

Zusammenfassung

1. 1943 mit besonderen Beobachtungsapparaten, sogenannten Schlüpf-, Begattungs- und Eiablageuhren begonnene Freilandversuche über Ausschlüpfen, Begattung und Eiablage des Springwurmwicklers *Sparganothis pilleriana* Schiff., wurden im Jahre 1944 weitergeführt. Die Ergebnisse beider Jahre zusammengefaßt zeigen deutlich die Abhängigkeit der Individuen von Tageszeit und Witterung bei der Ausübung der verschiedenen Funktionen.

2. Die Motten des Springwurmwicklers schlüpften vorwiegend morgens und abends mit Höhepunkten zwischen 8 und 9 Uhr bzw. 20 und 21 Uhr, in geringerem Maße tagsüber, nie aber nachts zwischen 23 und 3 Uhr. Während des Schlüpfens wurden Temperaturen von + 14 bis + 28 ° C, besonders zwischen + 18 und + 21 ° C gemessen, sowie relative Luftfeuchtigkeiten von 45—95 %, meist zwischen 60 und 95 %.

3. Die Begattung erfolgte zwischen 21 und 8 Uhr, vorwiegend zwischen 23 und 3 Uhr, also gerade während der Ruhezeit bezüglich des Ausschlüpfens, bei Temperaturen zwischen + 14 und + 21 ° C, mit dem Höhepunkt zwischen + 16 und + 18 ° C, und relativen Luftfeuchtigkeiten von 80—100 %.

4. Die Eiablage fand hauptsächlich abends von 19 Uhr bis morgens 4 Uhr, am stärksten von 21 Uhr bis Mitternacht, tagsüber nur vereinzelt,

und verzettelt statt, bei Wärmegraden von + 14 bis + 28 ° C, besonders zwischen + 17 und + 22 ° C, und relativen Luftfeuchtigkeiten von 50 bis 95, vor allem zwischen 60 und 90 %.

5. Es ist somit die auffallende Tatsache zu verzeichnen, daß die verschiedenen Funktionen ihre eigenen tageszeitlichen Rhythmen haben, und die Höhepunkte der untersuchten Tätigkeiten sich nicht decken. Bei alleiniger Berücksichtigung der Begattung und der Eiablage können die Motten des Springwurmwicklers als vorwiegend nächtliche Tiere definiert werden, deren Aktivitätsbereich innerhalb von + 14 und + 28 ° C, sowie 45 und 100 % relativer Luftfeuchtigkeit liegt.

6. Den ermittelten, optimalen Temperatur- und relativen Luftfeuchtigkeitswerten wird kein allzugroßer Wert beigelegt. Wichtiger als die Temperaturen und relativen Luftfeuchtigkeiten im Augenblick des Geschehens erscheinen jene während des Reifungsprozesses.

7. Die Frage, ob sich bei veränderten Witterungsverhältnissen auch die zur Ausübung der einzelnen Funktionen bevorzugten Tageszeiten verschieben können, muß weiteren Versuchen vorbehalten bleiben.

Schrifttum

1. Bremer, H., Über die tageszeitliche Konstanz im Schlüpftermin der Imagines einiger Insekten. Zeitschrift für wiss. Insektenbiologie **21**, 209—216, 1926.
2. Götz, Br., Der Sexualduftstoff als Bekämpfungsmittel gegen die Traubenwickler im Freiland. Wein und Rebe **23**, 75—89, 1941.
3. — — Beiträge zur Analyse des Mottenfluges bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Wein und Rebe **23**, 207—228, 1941.
4. — — Neue Apparate zum Studium der Insektenphysiologie. Die Umschau in Wissenschaft und Technik **49**, 779—781, 1941.
5. — — Freiland- und Laboratoriumsuntersuchungen über Ausschlüpfen, Eiablage und Nahrungsaufnahme bei den Traubenwicklern *Clysia ambiguella* und *Polychrosis botrana*. Wein und Rebe **25**, 135—153, 1943.
6. — — Freilanduntersuchungen über Ausschlüpfen, Begattung und Eiablage beim Springwurmwickler *(Sparganothis pilleriana* Schiff.). Anz. f. Schädlingskunde **19**, 61—70, 1943.
7. — — Tageszeit und Insektenaktivität. Naturwissenschaftliche Rundschau **2**, 257—261, 1949.
8. Jancke, O., Der Springwurm. Flugblatt Nr. 178 der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem 1941.
9. Stellwaag, Fr., Die Weinbauinsekten der Kulturländer. Berlin 1928.
10. — — Der Massenwechsel des bekreuzten Traubenwicklers *Polychrosis botrana* im Weinbau. Ztschr. f. angew. Entomologie **25**, 57—80, 1938.
11. — — Kritische Untersuchungen zur Analyse des Massenwechsels der Insekten. Ztschr. f. angew. Entomologie **30**, 501—525, 1944.
12. Voukassovitch, P., Contribution à l'étude de l'Eudémis *(Polychrosis botrana* Schiff.), de la Pyrale de la Vigne *(Oenophthira pilleriana* Schiff.) et de leurs parasites. Toulouse 1924.

Aus dem Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Bestimmung von Insektenfraßschäden an Nadelholz

Von

Günther Becker

Mit 30 Abbildungen

Inhalt:

I. Aufgabe und Durchführung. — II. Die berücksichtigten Insektenarten und ihre Schädlichkeit. — III. Die kennzeichnenden Fraßspuren und ihre Beschaffenheit bei den einzelnen Arten. 1. Form und Größe der Fluglöcher. 2. Lage der Fraßgänge und Puppenwiegen. 3. Form, Verlauf und Umfang der Fraßgänge. 4. Querschnitt, Größe, Färbung und Füllung der Fraßgänge. 5. Form, Farbe und Größe der Kotteilchen. 6. Form und Anteil der Nagespäne; Art der Ablagerung. 7. Alter und Beschaffenheit des befallenen Holzes. — IV. Kurze Beschreibung des Fraßbildes der wichtigsten Arten. 1. Hausbockkäfer. 2. Anobien (*Anobium punctatum* De Geer). — V. Zusammenfassung. — VI. Schrifttum.

I. Aufgabe und Durchführung

Die Feststellung, von welcher Insektenart Holzschäden verursacht sind, ist oft von wirtschaftlicher Bedeutung für diesen Roh- und Werkstoff, sei es, daß die Verwendbarkeit befallenen Holzes — z. B. bei der Abnahme von Stämmen, Masten oder Brettware — in Frage gestellt oder eine Artbestimmung zur Entscheidung über Bekämpfungsmaßnahmen unentbehrlich ist, oder aber daß es sich um Beurteilung rechtlicher Ansprüche handelt.

Neben einer Reihe von eindeutigen, einfach zu klärenden Fällen gibt es nicht selten andere, bei denen die Bestimmung der Schädlingsart auch für den Kundigen nur mit gewissen Schwierigkeiten möglich ist, insbesondere dann, wenn keinerlei Insektenkörperreste auffindbar sind. Verschiedene Fraßbilder gefährlicher und harmloser Insekten sehen sich sehr ähnlich, und auch größere und kleinere Arten können verwechselt werden, wenn bei den ersteren ein noch junger Befall vorliegt. Trotz zahlreicher Angaben des Schrifttums, die sich vorwiegend auf das „Fraßbild" im Großen beziehen, fehlt es für eine Erkennung bisher doch vielfach an eindeutigen Bestimmungsmerkmalen für Insekten mit ähnlichem Fraßbild. Die gute Formenkenntnis vieler erfahrener Insekten- und Holzfachleute ist meist das Ergebnis langjähriger eigener Beobachtung und Erfahrung und anderen kaum zugänglich.

Die folgende Bearbeitung[1]) soll daher die Aufgabe einer Fraßbildbestimmung etwas erleichtern helfen[2]). Dabei ist von den Schädlingen selbst (Eiern, Larven, Puppen, Imagines oder Teilen ihres Körpers) ganz abgesehen und hier zunächst ausschließlich Nadelholz berücksichtigt worden.

Die meisten wirklich nennenswerten Holzschäden durch Tiere werden unter einheimischen Verhältnissen — wenn man von dem im Meerwasser verbauten Holz absieht — von K ä f e r n verursacht. Daneben haben H o l z w e s p e n eine wirtschaftliche Bedeutung. Die eigentlichen Schädlinge sind dabei ganz überwiegend die L a r v e n dieser Insekten. Die von den Imagines angerichteten Beschädigungen sind im Verhältnis zu den Zerstörungen durch die Larven in der Regel ohne ernstliche Bedeutung, für die Artbestimmung jedoch im allgemeinen wichtig und daher hier zu berücksichtigen.

Als Bestimmungsmerkmale sind die folgenden Fraßspuren der Tiere geeignet: 1. Form und Größe der Fluglöcher an der Holzoberfläche, 2. Allgemeine Lage der Fraßgänge und der Puppenwiegen im Stamm, 3. Form, Verlauf und Umfang der Fraßgänge im einzelnen, 4. Querschnitt, Größe, Färbung und Füllung der Fraßgänge, 5. Form, Farbe und Größe der Kotteilchen, 6. Form und Anteil der ungefressenen Nagespäne und die Art der Ablagerung des „Bohrmehls", 7. Alter und Beschaffenheit des befallenen Holzes.

Jede dieser Merkmalsgruppen ist im folgenden, für sich getrennt, vergleichsweise für alle berücksichtigten Arten behandelt. Dabei können wesentliche Unterscheidungsmöglichkeiten deutlicher (und kürzer) gekennzeichnet werden als bei zusammenhängender Beschreibung des Gesamtfraßbildes der einzelnen Arten. Für die wichtigsten Schädlinge sind am Schluß noch einmal die Hauptmerkmale zusammengestellt, die sie von ähnlichen weniger schädlichen Tieren unterscheiden lassen.

II. Die berücksichtigten Insektenarten und ihre Schädlichkeit

Nur die im allgemeinen in Mitteleuropa wirtschaftlich in Betracht kommenden Holzschädlinge sind berücksichtigt, zahlreiche seltenere oder technisch unbedeutende Insekten, insbesondere rinden- und bastschichtfressende, fortgelassen worden. Einzelne technisch unwichtige Arten wurden jedoch vergleichsweise einbezogen, weil sie oft Anlaß zu Verwechslungen mit schädlicheren geben.

---

[1]) Unter anderen auch von der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung angeregt.

[2]) Nachdem die eigene Fraßstücksammlung der Abteilung 1943 leider zum großen Teil vernichtet war, wurde die vorliegende Zusammenstellung wesentlich durch die Benutzung der Sammlungen des Deutschen Entomologischen Instituts, des Instituts für Forstentomologie und Forstschutz der Landwirtschaftlichen Hochschule Wien und des Zoologischen Instituts der Forstlichen Hochschule Eberswalde ermöglicht. Herrn Prof. Dr. H. SACHTLEBEN, Herrn Prof. Dr. E. SCHIMITSCHEK und Herrn Prof. Dr. F. SCHWERDTFEGER möchte ich auch an dieser Stelle für ihr freundliches Entgegenkommen danken.

Da die Angaben im Schrifttum über Art und Umfang der Schäden nicht immer zutreffen, erscheint die Zusammenstellung in Tabelle 1 nicht überflüssig.

Die Insektenfamilien und -arten sind in der folgenden Tabelle ungefähr entsprechend ihrer wirtschaftlichen Bedeutung angeordnet (zunächst die Käfer, dann die Hautflügler, zum Schluß andere Gruppen); nah verwandte schädliche und unwichtigere Arten sowie Tiere mit ähnlicher Lebensweise und ähnlichem Fraßbild wurden zusammengestellt.

Tabelle 1

Namen und Schädlichkeit der berücksichtigten Insektenarten an Nadelholz

Name	Schädlichkeit der Art
Hylotrupes bajulus L. Hausbock	Gefährlichster, weitverbreiteter Nadelholzschädling; zerstört den Splint verarbeiteten, auch trockenen Holzes, insbesondere auf Dachböden.
Callidium violaceum L. Blauer Scheibenbock	Beschädigt und entwertet Splintholz durch Fraßgänge und Puppenwiegen. Technisch von Bedeutung. Verbreitet.
Callidium aeneum De Geer Erzfarbener Scheibenbock	Beschädigt und entwertet Splintholz durch Puppenwiegen und bisweilen durch Fraßgänge. Seltener als *C. violaceum*.
Phymatodes testaceus L. Veränderlicher Scheibenbock	Beschädigt und entwertet Splintholz durch Puppenwiegen und bisweilen durch Fraßgänge, weitverbreitet.
Criocephalus rusticus L. *Criocephalus polonicus* M. Grubenhalsbock, Halsgrubenbock (Feldbock)	Große Fraßgänge in Splint- und Kernholz entwerten dieses. Neubefall auf saftfrisches Holz beschränkt; nur 1 Generation in trocknendem Holz.
Asemum striatum L. Düsterbock (Strunkbock)	Fraßgänge im Splint frischer Hölzer entwerten diesen. Neubefall auf saftfrisches Holz beschränkt; nur 1 Generation in trocknendem Holz.
Ergates faber L. Mulmbock	Zerstört hinreichend feuchtes verbautes Holz, z. B. in der Erdluftzone, völlig. In Holz beliebigen Alters.
Leptura rubra L. Rothalsbock	Wie *Ergates*, aber weniger schädlich, da kleinere Fraßgänge.
Spondylis buprestoides L. Waldbock	Ähnlich wie *Ergates* und *Leptura*, aber technisch selten schädlich. Bevorzugt von Pilzen zerstörtes Holz.
Monochamus sutor L. Schusterbock	Befällt nur frischgeschlagenes oder kränkelndes Holz. Fraßgänge auch im Splint, entwerten diesen. Fichte und Tanne.
Monochamus sartor F. Schneiderbock	Befällt nur frischgeschlagenes oder kränkelndes Holz. Fraßgänge auch im Splint, entwerten diesen. Fichte und Tanne.
Monochamus galloprovincialis Ol. Kiefernbock	Befällt nur frisches oder kränkelndes Holz. Fraßgänge im Splint und Kernholz. Auf Kiefernholz beschränkt. Schädlich.

Noch Tabelle 1

Name	Schädlichkeit der Art
Tetropium luridum L. *Tetropium fuscum* Gyll. Fichtenbock	Puppenwiegen im Splintholz entwerten dieses. Durch Befall lebender Bäume forstlich sehr schädlich.
Tetropium Gabrieli Wse. Lärchenbock	Puppenwiegen im Splintholz entwerten dieses. Durch Befall lebender Bäume forstlich sehr schädlich. (Etwas größere Gänge.) Auf Lärche beschränkt.
Rhagium bifasciatum L. Zweigebändeter Zangenbock	Puppenwiegen und zum Teil auch Fraßgänge im Splint entwerten diesen. Technisch seltener schädlich.
Caenoptera minor L. Fliegenbock	Puppenwiegen im Splintholz dünnerer Hölzer. Technisch selten schädlich.
Acanthocinus aedilis L. Zimmermannsbock	Larve frißt in Rinden- und Bastschicht; Puppenwiegen selten, zum Teil auch im Splintholz. Technisch ohne Bedeutung.
Harpium inquisitor L. Zangenbock	Larve frißt in Rinden- und Bastschicht. Verpuppung ebenfalls in der Rindenschicht. Technisch ganz ohne Bedeutung.
Clytus lama Muls. Zierbock	Wie *Monochamus sutor* und *M. sartor*, aber kleinere Fraßgänge.
Anobium punctatum De Geer Gemeiner Klopf- oder Pochkäfer (Nagekäfer), „Totenuhr“	Gefährlicher Schädling verarbeiteten, auch werktrockenen Holzes (Splint); weitverbreitet und sehr schädlich.
Andere *Anobium*-Arten Andere Klopf-, Poch- oder Nagekäfer („Totenuhren“)	Entsprechend; aber weniger verbreitet.
Ptilinus pectinicornis L. Gekämmter Klopf- oder Pochkäfer	Gelegentlich auch in Nadelholz, ähnlich schädlich wie *A. punctatum*.
Xestobium rufovillosum De Geer Bunter Klopf-, Poch-, Nagekäfer	In feuchterem Holz (Splint); auch in Nadelholz schädlich. Pilzbefallenes Holz bevorzugt.
Dendrobium pertinax L. „Trotzkopf“	In feuchterem, pilzbefallenem Nadelholz.
Ernobius mollis L. Weicher Klopf-, Poch-, Nagekäfer	In der Rinde von Nadelhölzern; nur äußerste Holzschicht wird benagt. Technisch (wenn nicht in Furnieren verarbeitet) ohne Bedeutung.
Tripopithys carpini Hbst.	In der Rinden- und Bastschicht von Zweigen sowie im Splint verarbeiteter Hölzer.
*Cossonus-, Rhyncolus-, Pselactis-, Codiosoma-, Eremotes-*Arten Holzzerstörende Rüsselkäferarten	In feuchtem, vorzugsweise in pilzbefallenem Splintholz.
Xyloterus lineatus Ol. Gemeiner Nutzholz-Borkenkäfer	In frischgefälltem, saftfrischem Nadelholz (Splint). Nadelschnittholz wird entwertet.

Noch Tabelle 1

Name	Schädlichkeit der Art
Hylecoetus dermestoides L. (*H. flabellicornis* Schn.) Schiffswerftkäfer	In saftfrischem Holz. Entwertung durch lange, gefärbte Fraßgänge.
Serropalpus barbatus Schall. Schwarzkäfer	In frischem oder in pilzbefallenem Holz. Für Bauholz im allgemeinen ohne technische Bedeutung.
Calopus serraticornis L. Scheinbock	Wie *Serropalpus*, seltener.
Nacerda melanura L.	Verursacht in regelmäßig durchfeuchtetem (nassem) Holz größere Zerstörungen.
Chalcophora Mariana L. Großer Prachtkäfer	In Splint- und Kernholz, meist nur in Stümpfen. Technisch ohne Bedeutung.
Chrysobothris-, *Phaenops-*, *Anthaxia-* u. a. Arten Prachtkäfer-Arten	Fraß in der Rinden- und Bastschicht; Puppenwiegen im Holz. Technisch meist ohne Bedeutung.
Sirex gigas L. Riesenholzwespe	Große Gänge in saftfrischen oder kränkelnden Stämmen. Kein Neubefall alten Holzes. Holz für gewisse Zwecke entwertet.
Xeris spectrum L. Tannenholzwespe	Wie *Sirex gigas*, aber kleinere Fraßgänge.
Paururus juvencus L. Kiefernholzwespe	Wie *Sirex gigas*, aber kleinere Fraßgänge.
Paururus noctilio F. Kiefernholzwespe	Wie *P. juvencus*.
Camponotus ligniperda Latr. Roßameise *Camponotus herculeanus* L. Riesenameise	Ausgedehnte Holzzerstörungen im Innern von Stämmen und Balken. Nur stellenweise häufiger.
Lasius-Arten Rasenameise	Kleinere Arten. Beschädigungen auch an verbautem Holz, meist ohne technische Bedeutung.
Xylocopa-Arten Holzbienen	Brutgänge im Innern von pilzbefallenem oder anderem wertloseren Holz; in Europa ohne technische Bedeutung.
Dermestes-Arten Speckkäfer-Arten *Niptus hololeucus* Fald. Messingkäfer *Ptinus*-Arten Diebskäfer-Arten	Puppenwiegen im Holz. Technisch meist ohne Bedeutung.
Tinea granella L. Kornmotte *Tinea cloacella* Haw. Schleusenmotte	Puppenwiegen in weichem Holz.

III. Die kennzeichnenden Fraßspuren und ihre Beschaffenheit bei den einzelnen Arten

1. Form und Größe der Fluglöcher

Die Fluglöcher sind bei manchen Arten die einzigen äußerlich sichtbaren Anzeichen eines Insektenbefalls im Innern des Holzes. Sie ermöglichen in manchen Fällen bereits allein die Artbestimmung des Schädlings; stets aber sind sie dabei eine wichtige, von außen zuerst erkennbare Hilfe.

Der Form nach kann man die Fluglöcher (Abb. 1) in zwei große Gruppen teilen: Runde und eiförmige. (Ganz genau kreisrund oder elliptisch sind dabei die wenigsten.) Eiförmige oder annähernd eiförmige Fluglöcher erzeugen: *Hylotrupes bajulus,* die *Callidium-, Phymatodes-* und *Tetropium*-Arten, *Criocephalus rusticus, Asemum striatum, Ergates faber, Acanthocinus aedilis,* sowie nur im Holz *Caenoptera minor, Clytus*-Arten und die Buprestiden. Alle übrigen genannten Arten haben runde (oder annähernd runde) Fluglöcher. In der (allerdings später oft fehlenden) Rinde hat auch *Caenoptera* kreisförmige Flugöffnungen.

Bei den Fluglöchern der Prachtkäfer entsteht die Eiform aus einem wenig und einem stärker gekrümmten Kreisbogen, die in verhältnismäßig spitzem Winkel aneinanderstoßen (s. z. B. K. ESCHERICH). Die

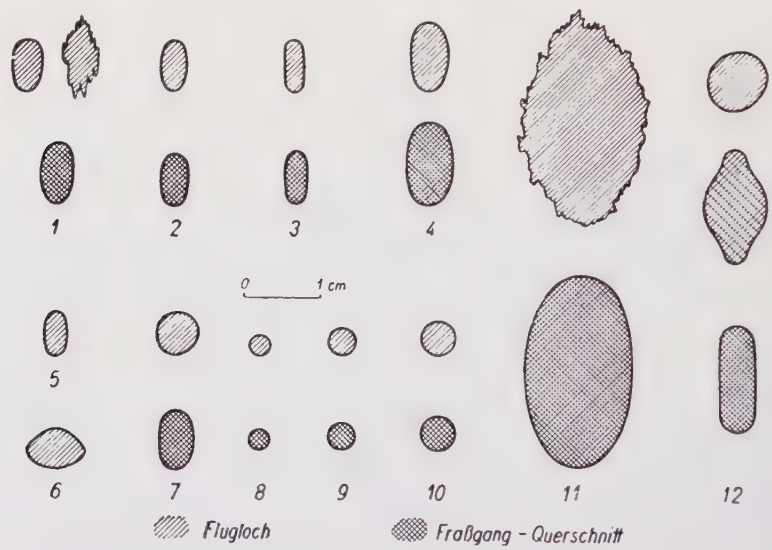

Abb. 1. Flugloch- und Gangquerschnitte (von ausgewachsenen Larven) verschiedener holzzerstörender Insekten. 1. *Hylotrupes bajulus*; 2. *Callidium violaceum, Phymatodes testaceus*; 3. *Callidium aeneum*; 4. *Criocephalus rusticus, C. polonicus*; 5. *Tetropium*; 6. *Buprestidae*; 7. *Leptura rubra*; 8. *Anobium punctatum* (größter ⊘, meist kleiner); 9. *Paururus, Calopus, Serropalpus, Dendrobium, Xestobium*; 10. *Sirex gigas*; 11. *Ergates faber*; 12. *Monochamus sutor, M. sartor* und *M. galloprovinciales* (Fraßgang und Flugloch der letzteren meist kleiner)

Bockkäfer dagegen besitzen eine ebenmäßigere Fluglochform mit allseits gleichmäßiger Rundung, die jedoch bisweilen durch „Ausfransung" der Ränder schwerer erkennbar ist.

Eiförmige Fluglöcher von mindestens 15 mm längstem Durchmesser (⌀) gehören zu *Ergates*. Schmale große Fluglöcher bis zu etwa

14 mm ⌀ und einem Verhältnis von nahezu 2 : 1 des längsten zum kürzesten ⌀ erzeugt *Criocephalus*. Alle übrigen Arten haben kleinere Fluglöcher bis zu 7 . . . 9 mm, einzelne nur bis zu 4 . . . 6 mm längstem ⌀. Unter ihnen zeigt *Caenoptera* mit kleinem, etwa 4 × 2 mm messendem Holz- (nicht Rinden-) Flugloch die Neigung, die Längsrichtung der Ellipsen senkrecht zur Stammrichtung zu stellen, während sie bei allen übrigen meist mehr oder weniger genau in Stamm- bzw. Faserrichtung des Holzes verläuft. — Die Fluglöcher von *Callidium aeneum* sind ungewöhnlich schmal und dadurch gut gekennzeichnet; bei 4 . . . 6 mm größtem ⌀ haben sie ein Längen- : Breitenverhältnis von ungefähr 3 : 1. Bei den übrigen Arten ist das Verhältnis im Durchschnitt etwa 2,3 . . . 2,5 : 1, seltener, wie bei *Tetropium luridum, Asemum* oder gelegentlich auch bei *Hylotrupes* ungefähr 2,0 : 1. Die Fluglöcher des Hausbockkäfers zeichnen sich in gedeckten Räumen oft dadurch aus, daß die Ränder sehr ungleichmäßig gefranst sind und infolgedessen keine „Eiform" entsteht. Derartig unregelmäßig geformte Löcher im Holz sind daher ein recht sicheres Bestimmungsmerkmal für diese Art (W. Madel u. a.).

Es ist zu beachten, daß nicht alle eiförmigen Öffnungen an der Holzoberfläche nur „Fluglöcher" sind. Alle fraglichen Arten mit Ausnahme von *Hylotrupes bajulus, Ergates faber, Leptura rubra* und *Spondylis buprestoides* fressen — zumindest im ersten Teil ihrer Larvenentwicklung — vorzugsweise in der Rinden- und Bastschicht und gehen erst in größerem Zustand oder nur zur Verpuppung in das Holz (vgl. unten). Fehlt später die Rinde, so werden die Einbohrlöcher der Larven sichtbar. Bei den *Tetropium*-Arten, *Caenoptera* und zum Teil auch den *Callidium*- und *Phymatodes*-Arten sind sie gleichzeitig die späteren Fluglöcher der Käfer, bei *Clytus* kaum, bei *Criocephalus* und *Asemum* nie. Reine Fraßgänge der Larven sind meist auch an der Holzoberfläche mit Bohrmehl verstopft, verlassene Fluglöcher der Käfer dagegen selten. Bemerkenswert ist dabei, daß die Larven stets sehr gleichmäßig geformte und sehr glattrandige Löcher an der Holzoberfläche, die Käfer bei deren Durchnagen jedoch mehr oder weniger unregelmäßige Formen und faserige Ränder erzeugen.

Beim Einbohren der Larve von der Rindenschicht in das Holz entsteht ferner stets — im Gegensatz zu wirklichen „Fluchlöchern", die aus dem Holzinnern herauskommen — ein deutlicher Abfall des Fraßganges in die Tiefe, so daß derartige Löcher immer an der einen Längsseite scharfkantig, an der anderen mehr oder weniger seicht abgerundet sind. Beim Hausbockkäfer dagegen, der die eigentliche Rindenschicht meidet, fehlen derartige Löcher mit dem Ansatz des Larvenganges an der Holzoberfläche ganz, und es treten nur Fluglöcher der Käfer auf.

Acanthocinus erzeugt bei der bisweilen im Holz erfolgenden Verpuppung als Larve schmaleiförmige Einbohrlöcher, als Käfer sehr breite, teilweise nahezu rundliche Fluglöcher in einiger Entfernung davon.

Während bei den Holzschädlingen mit eiförmigen Fluglöchern zum Teil sehr deutliche Unterschiede vorhanden sind und die Kennzeichnung einzelner Arten allein auf Grund der Flugöffnungen erfolgen kann, ist bei Tieren mit runden Fluglöchern eine Bestimmung mit Hilfe dieses einen Merkmales allein wesentlich schwieriger, zum Teil sogar unmöglich. Bei einzelnen sehr verschieden großen Arten ist zwar eine Verwechslung ausgeschlossen, bei anderen dagegen sind die Unterschiede nur gering, und es ist besonders zu beachten, daß die Größenschwankung der Fluglöcher entsprechend der der Insekten selbst) innerhalb der gleichen Art recht beträchtlich sein kann und somit Überschneidungen der Durchmessergröße verschiedener Arten auftreten.

Nach der Größe läßt sich folgende ungefähre Einteilung der Insekten mit runden Fluglöchern vornehmen.

Tabelle 2

Holzinsekten mit runden Fluglöchern

Durchmesser der Fluglöcher	In Frage kommende Insektenarten
1	Parasiten holzzerstörender Insekten *(Braconidae, Bethylidae, Chalcididae).*
≤ 1 . . . 2	*Anobium*-Arten, *Ptilinus, Tripopithys, Xyloterus lineatus,* Rüsselkäfer, *Ptinus, Tinea granella, Tinea cloacella.*
2 . . . 3	*Ernobius mollis, Dendrobium pertinax,* Parasiten *(Ichneumonidae, Hylecoetus, Nacerda, Dermestes, Niptus, (Caenoptera* in Rinde).
2 . . . 4	*Xestobium rufovillosum, Xylocopa,* Parasiten *(Ichneumonidae), Paururus*-Arten, *Serropalpus, Calopus.*
3 . . . 5	*Paururus*-Arten, *Xeris spectrum, Serropalpus, Calopus;* kleine *Leptura, Rhagium* und *Sirex; Monochamus galloprovincialis.*
5 . . . 8	*Leptura rubra, Rhagium bifasciatum, Sirex gigas; Spondylis buprestoides, Monochamus sutor, Monochamus sartor.*

Unter den Insekten mit runden Fluglöchern besitzen die hier in Frage kommenden Bockkäfer *(Leptura rubra, Spondylis buprestoides, Rhagium bifasciatum* und die drei *Monochamus*-Arten Fraßgänge mit eiförmigem Querschnitt [vgl. Abb. 1]). Mit Ausnahme der beiden ersten Arten, bei denen sich bereits die Eilarven in das Holz einbohren, fressen wiederum die Larven zunächst unter der Rinde und gehen erst in größerem Zustand in das Holz. Nach Ablösung der Rinde sieht man also bei diesen Arten (nachdem die Käfer das Holz verlassen haben), an der Holzoberfläche bohrmehlverstopfte eiförmige und leere runde Öffnungen.

Runde Löcher im Holz von 3 . . . 4 mm ⌀ erzeugen ferner bei der Anlage von Puppenwiegen die Larven von Speckkäfer-*(Dermestes-)*Arten,

Diebskäfer-*(Ptinus-)*Arten und des Messingkäfers *(Niptus hololeucus)*, sowie die Raupen gewisser Mottenarten (z. B. der Kornmotte und der Schleusenmotte). Die Öffnungen sind dabei glattrandig mit etwas abgerundeten Kanten.

Die zahlreichen übrigen, zumeist kleineren Käferarten mit runden Fluglöchern besitzen sämtlich, wie auch alle Holzwespenarten, Fraßgänge mit ebenfalls rundem Querschnitt.

2. Lage der Fraßgänge und Puppenwiegen

Die Lage der Fraßgänge läßt zum Teil bereits äußerlich ohne Zerkleinerung des Holzes eine Aussage über die ungefähre Artzugehörigkeit des Schädlings zu. Nach Aufschneiden oder Aufspalten des Holzes aber ist sie und die Lage der Puppenwiegen ein besonders augenfälliges Merkmal.

Bei einem Teil der hier berücksichtigten Insekten vollzieht sich der Larvenfraß ganz oder weitgehend innerhalb der Rinden- und Bastschicht, wobei die äußerste Holzschicht ein oder mehrere Millimeter tief mit angefressen wird. Dazu gehören *Acanthocinus,* die *Tetropium*-Arten, *Harpium inquisitor, Caenoptera minor,* die Buprestiden (abgesehen von

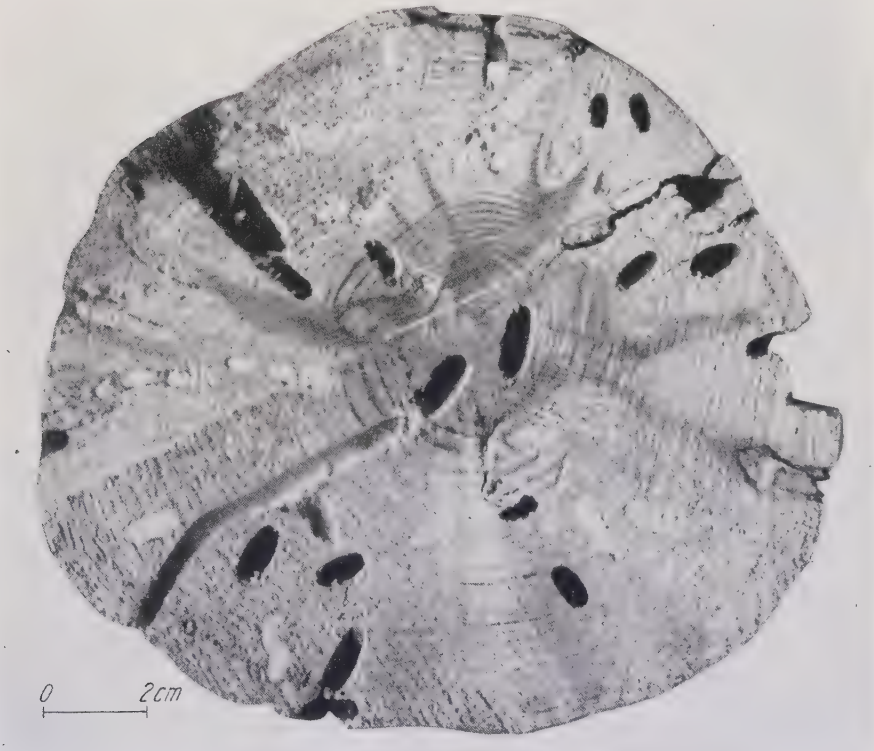

Abb. 2. Kennzeichnendes Fraßbild des Grubenhalsbockes (*Criocephalus rusticus* L. und *C. polonicus* M.); Querschnitt durch einen Kiefernstamm.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Material: Deutsches Entomologisches Institut

Chalcophora Mariana) sowie *Ernobius mollis,* bisweilen, aber weniger ausgeprägt auch die *Callidium-* und *Phymatodes*-Arten und *Clytus lama. — Ernobius mollis* frißt im Anfang ganz in der Rinde und erst später auch in der Bastschicht und an der Holzoberfläche. Alle übrigen beginnen schon als Eilarven genau in der Bastschicht und zerstören dann Rinde und Holzoberfläche zugleich oder abwechselnd.

Die Puppenwiegen befinden sich in allen Fällen mit Ausnahme von *Ernobius mollis* und *Harpium inquisitor* und meist auch von *Acanthocinus aedilis* (fast) stets mehrere Zentimeter tief im Holz. Dabei fressen die Bockkäfer in der Regel einen sogenannten Hakengang, der 1 . . . 2 cm weit in Markstrahlrichtung ins Holz führt und sich dann, mehr oder weniger rechtwinklig abbiegend, zu der in Faserrichtung gelegenen eigentlichen Puppenwiege erweitert. Während bei ihnen — wie es scheint, nur mit gelegentlicher Ausnahme von *Acanthocinus* — das Einbohrloch der Larve gleichzeitig Ausflugloch des Käfers ist, haben die flacheren Prachtkäfer-Puppenwiegen zwei Öffnungen (vgl. K. ESCHERICH und andere).

Bei einigen oben genannten Käfern, nämlich den *Callidium-* und *Phymatodes*-Arten, kann der letzte Teil der Fraßgänge auch durch das Splintholz führen, wobei nicht selten größere Zerstörungen angerichtet

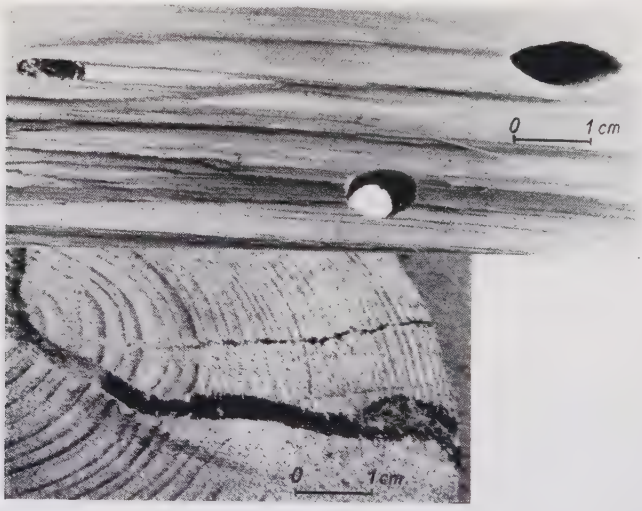

Abb. 3. Fraß von *Monochamus galloprovincialis* Ol. in Kiefernholz. Oben: Gleichzeitig angeschnittene Querschnitte, links eines Larvenfraßganges kurz nach dem Eindringen der Larve in das Holz, rechts Puppenwiege, in der Mitte Ausschlüpfgang mit Flugloch. Unten: Aufgeschnittener Fraßgang mit Einbohröffnung der Larve, durch die alle Nagespäne aus dem ersten Teil des Ganges hinausbefördert sind; im Fraßgang Bläue auch im Kernholzbereich. Aufnahme und Material: Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

werden. Damit bilden diese Tiere einen Übergang zu denjenigen Holzfressern, bei denen der zweite Teil der Larvenentwicklung regelmäßig im Holz vor sich geht. Es sind dies die *Monochamus*-Arten, *Clytus lama, Rhagium bifasciatum, Asemum striatum* und die beiden *Criocephalus-*

Arten. Diese Tiere fressen zunächst ebenfalls in der Rinden- und Bastschicht, indem sie die obersten Holzschichten benagen, gehen jedoch stets in halberwachsenem oder älterem Zustand in den Holzkörper und verursachen hier durch ihre langen Gänge meist recht starke Zerstörungen. *Criocephalus* unterscheidet sich von den anderen genannten (außer *Monochamus*) und den ausschließlich im Holz lebenden Arten dadurch, daß seine gewundenen Larvengänge mit großer Regelmäßigkeit auch in das Kernholz der Kiefer führen und selbst stark harzige Stellen nicht meiden (Abb. 2). Auch die *Monochamus*-Larven dringen oft in das Reif- oder Kernholz ein (Abb. 3), haben aber verhältnismäßig gerade verlaufende Bohrgänge. Die Fraßgänge von *Asemum* (Abb. 4) können sich in unmittelbarer Nähe des Kernholzes häufen, wenn die äußeren Splintholzschichten trockener sind. Ähnlich ist auch die Lage der Fraßgänge von *Calopus serraticornis* und *Serropalpus barbatus*.

Abb. 4. Fraßbild des Düsterbockes (*Asemum striatum* L.) in einem Kiefernrundling. Längsschnitt durch den am stärksten befallenen Bereich in Kernholznähe. Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Material: Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Die Bockkäfer *Hylotrupes bajulus* (Abb. 5), *Leptura rubra, Ergates faber, Spondylis buprestoides* (Abbild. 6), die Klopfkäfer *Anobium punctatum* (Abb. 12) und nahe verwandte *Anobium*-Arten, *Dendrobium pertinax* (Abb. 13), *Xestobium rufovillosum* und *Ptilinus pectinicornis, Xyloterus lineatus* und die holzzerstörenden Rüsselkäfer (Abb. 7) fressen — abgesehen von kurzen Gangstrecken — bei Kiefer nur im Splintholz; die Holzwespen (deren Fraßgänge bereits oft abgebildet worden sind), der Prachtkäfer *Chalcophora Mariana*, der sich vorzugsweise im Kernholz verpuppt, sowie der bekannte *Hylecoetus* und *Nacerda* durchziehen zum Teil auch das Kern- und Reifholz.

Der Hausbockkäfer unterscheidet sich von allen übrigen genannten Insekten dadurch, daß er das äußerste Splintholz ganz deutlich bevorzugt und von dieser Regel nur bei dem im Freiland verbauten Holz eine Ausnahme macht; hier bleibt ein 1 . . . 2 cm dicker äußerer Mantel vom Larvenfraß unversehrt.

Nester holzzerstörender Ameisen befinden sich im Kern- und Reifholz oder in dessen Nähe (Abb. 11). — Holzbienen nagen gekammerte Gänge in das Splintholz. — Puppenwiegen nicht holzfressender Insekten

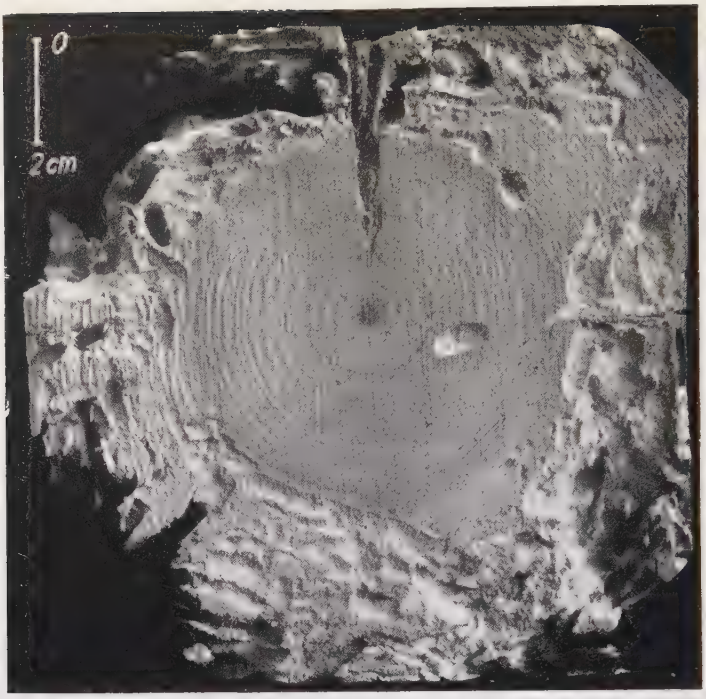

Abb. 5. Von Hausbocklarven (*Hylotrupes bajulus* L.) im Splint völlig zerstörter Dachbalken (Kiefer).
Aufnahme und Material: Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

(Messing-, Diebs-, Speckkäfer, Mottenarten) führen als gerade oder gekrümmte Gänge mehrere Millimeter oder Zentimeter tief in die obersten Holzschichten (vgl. oben).

3. Form, Verlauf und Umfang der Fraßgänge

Diese Fraßbilderscheinungen sind im entsprechenden Schrifttum meist ausführlich behandelt und sollen daher hier zugunsten weniger gut bekannter Merkmale nur kurz vergleichsweise berücksichtigt werden. Obwohl Aussehen und Ausdehnung der gesamten Fraßganganlage zwar artweise verschieden sind, ist es doch in vielen Fällen sehr schwer, ähnliche Fraßbilder zu unterscheiden und hinreichend geeignete Kennzeichen dafür in wenigen Worten anzugeben. Das ist besonders bei den rindenfressenden Arten der Fall.

Unter den rinden- und bastschichtfressenden (hier berücksichtigten) Insekten ist *Ernobius mollis* dadurch ausgezeichnet, daß die vielfach gewundenen, im Anfang gänzlich in der Rinde verlaufenden Gänge meist auf einen verhältnismäßig kleinen Platz beschränkt sind und immer wieder tief in die Rinde zurückkehren. Die größeren bastschichtfressenden Bock- und Prachtkäfer dagegen entfernen sich auf gewundenen oder verschlungenen Wegen weiter vom Platz der Eiablage und des Fraßbeginns fort. Gute Beschreibungen und Abbildungen dieser Fraßformen, bei denen oft „Platzfraß" das Ganggewirr unterbricht, können dem vorhandenen Schrifttum entnommen werden (vgl. auch Abb. 8—10).

Unter den eigentlichen holzzerstörenden Insekten des Nadelholzes nagt *Hylecoetus* als einziges einfache, gerade oder wenig gekrümmte Gänge, die entweder unter der Stammoberfläche entlang oder in das Holzinnere hineinführen. *Xyloterus* verursacht leiterförmige Fraßbilder, die nicht mit anderen Nadelholzschäden zu verwechseln und hinreichend bekannt sind. Der Hauptgang führt ins Innere des Stammes, die „Sprossen" verlaufen senkrecht dazu in Stammrichtung. Die Holzbienen legen gerade, in sich gekammerte Brutgänge an, während die den Jahrringen folgenden Ameisennester durch weitläufige, galerieartige Hohlräume gekennzeichnet sind (Abb. 11). Alle übrigen stehen durch vielfach gewundene, in verschiedener Richtung verlaufende bohrmehlgefüllte Fraßgänge im Holzinnern in deutlichem Gegensatz zu den soeben genannten.

Abb. 6.
Fraßgänge des Waldbockes (*Spondylis buprestoides* L.). Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Material: Deutsches Entomologisches Institut

Die kleineren Arten (Anobien, Rüsselkäfer, *Nacerda*) und die jüngeren Larven der Bockkäfer folgen bei ihrem Fraß vorzugsweise den weicheren und nährstoffreicheren Frühholzschichten. Die Spätholzringe bleiben dann bei stärkeren Zerstörungen als vielfach durchlöcherte Lamellen übrig (Abb. 12 und 13). Die größeren Larven bevorzugen zwar ebenfalls die Stammlängsachse (Abb. 14), durchbohren aber doch das Holz auch unabhängig von Richtung und Jahrringverlauf. Die dabei artenweise bevorzugten oder gemiedenen Stammabschnitte wurden bereits genannt.

Das Ausmaß der Zerstörung richtet sich natürlich nach der Zahl der vorhandenen Larven. Es ist dementsprechend bei den Arten, die das gleiche Holz in mehreren Generationen nacheinander befallen, wie der Hausbock, der Mulmbock und der Rothalsbock, die Anobien, die Rüsselkäfer oder auch *Nacerda,* wesentlich größer als bei den Frischholzarten mit nur einer Generation in demselben Holz. Besonders bei Holzwespen und den im Fraßbild sehr ähnlichen *Serropalpus* und *Calopus* ist die geringe Zahl von Fraßgängen meist auffallend. Die beiden Käfer haben außerdem noch bemerkenswert kurze Einzelgänge, während diese bei den Holzwespen recht lang sein können. Bei den ungefährlicheren, nur im Frischholz lebenden Bockkäfern kann man meist die Gänge der einzelnen Tiere verfolgen; dagegen ist dies z. B. bei stärkerem Befall durch den Hausbockkäfer nicht mehr möglich..

4. Querschnitt, Größe, Färbung und Füllung der Fraßgänge

Der Querschnitt der Larvenfraßgänge ist bei allen Bockkäfern sowie den Prachtkäfern eiförmig, bei sämtlichen übrigen Holzzerstörern kreisförmig (Abb. 1). Die Ameisen allein erzeugen weite, gekammerte Nesträume, deren Verlauf den Jahrringen des Holzes folgt

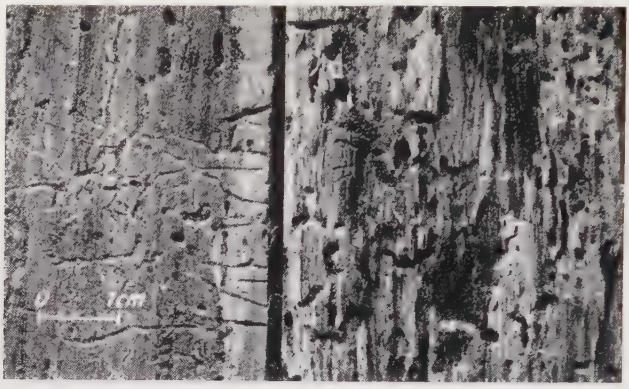

Abb. 7. Fraß holzzerstörender Rüsselkäfer (*Eremotes elongatus* Gyll.) in einem Hafenpfahl. Natürliche Größe.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungamt Berlin-Dahlem. Material: Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Abb. 8. Kennzeichnendes Fraßbild einer zunächst vorwiegend in der Rinden-Bast-Schicht fressenden Bockkäferart (*Phymatodes testaceus* L.). Rechts Stammoberfläche, links Innenseite der abgelösten Rindenschicht.
Aufnahme u. Material: Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Abb. 9. Fraßbild des blauen Scheibenbockes (*Callidium violaceum* L.) an Fichte.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Material: Deutsches Entomologisches Institut

(Abb. 11). Bei „platzförmigem" Fraß, der bei den Cerambyciden und Buprestiden nicht selten ist, sind Form und Abmessungen natürlich verändert (Abbild. 9). Unter den Rindenfressern sind die Prachtkäfer (Abb. 10) durch einen ebeneren Boden der Fraßgänge zu unterscheiden, während dieser bei den Bockkäferlarven gewölbt ist (K. ESCHERICH u. a.). *Chalcophora Mariana* als einziger tief ins Holz gehender Nadelholzbuprestide in Deutschland zeichnet sich durch besonders schmale Larvengänge aus.

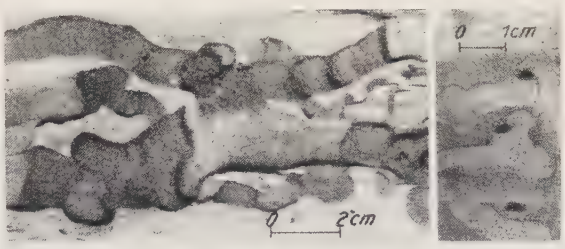

Abb. 10. Fraßgänge in der obersten Holzschicht durch Prachtkäferlarven (*Buprestidae*). Einbohrlöcher von Prachtkäferlarven (*Anthaxia* spec.) an der Holzoberfläche.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Material: Deutsches Entomologisches Institut

Eine bemerkenswerte Änderung der Querschnittsform mit zunehmender Größe zeigen die *Monochamus*-Larven. Während die Gänge jüngerer Tiere schmaleiförmig mit nahezu parallelen Längswänden sind, ist der Querschnitt größerer Gänge in Nähe der Puppenwiege wesentlich breiter, die Längskanten sind gewölbt und stoßen in einem beinahe spitzen Winkel aneinander (Abb. 1 und 3). Bei anderen Cerambyciden mit runden Fluglöchern ist eine derartig ausgeprägte Formänderung des Gangquerschnittes nicht zu beobachten.

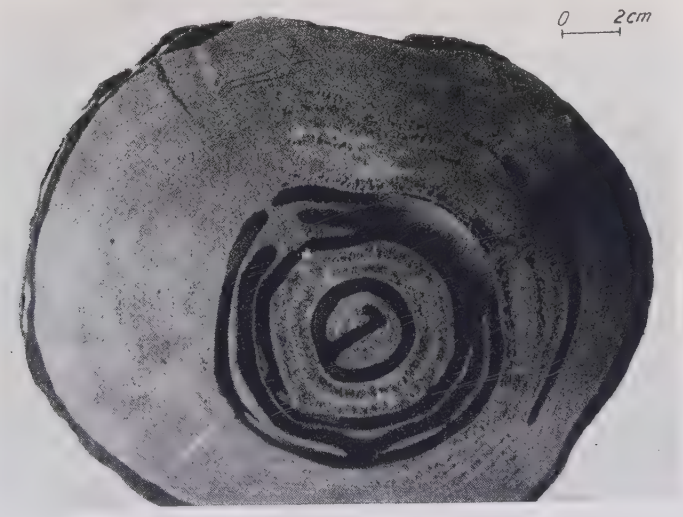

Abb. 11. Querschnitt durch einen von Roßameisen (*Camponotus ligniperda* Latr.) zerfressenen Fichtenstamm.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Material: Deutsches Entomologisches Institut

Zieht man die Größe der Fraßgänge als Bestimmungsmerkmal heran, so ist stets zu beachten, ob diese zum Teil bereits von erwachsenen Tieren erzeugt sind (Vorhandensein von Fluglöchern oder Puppenwiegen beachten!) oder es sich möglicherweise erst um einen jungen Befall handelt. Fraßgänge ausgewachsener Mulmbocklarven haben als einzige einen ⌀ von mehr als 2 cm. Die *Criocephalus*-Larven erzeugen bis zu etwa 16 mm (im Längsdurchmesser) große, auffallend schmale Gangquerschnitte (Abb. 2). Im übrigen wird (um Wiederholungen zu vermeiden) auf die bei der Besprechung der Fluglöcher gemachten Angaben über die Form und Größe der Einbohrlöcher der Larven in das Holz sowie auf die Zusammenstellung in Abb. 1 verwiesen. Die Abmessungen auf Abb. 1 sind natürlich ungefähre Durchschnittswerte; die übliche Größenschwankung innerhalb der Arten erschwert eine zahlenmäßige Kennzeichnung sehr.

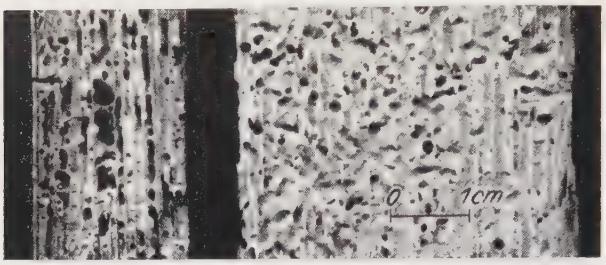

Abb. 12. Kennzeichnendes Fraßbild der häufigsten und schädlichsten Anobienart (*Anobium punctatum* De Geer) in Nadelholz. Vorwiegend Zerstörung der Frühholzschichten (links), das Spätholz bleibt in Form durchlöcherter Lamellen übrig (rechts). Natürliche Größe. Aufnahme und Material: Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Während bei den weitaus meisten Tieren die Gangwände von der Farbe des umgebenden Holzes sind, besitzen sie bei *Xyloterus lineatus* eine schwarzbraune und bei den *Hylecoetus*-Arten eine ebenfalls durch Pilze verursachte hell- bis dunkelbraune Färbung. Dadurch sind diese Arten gut gekennzeichnet.

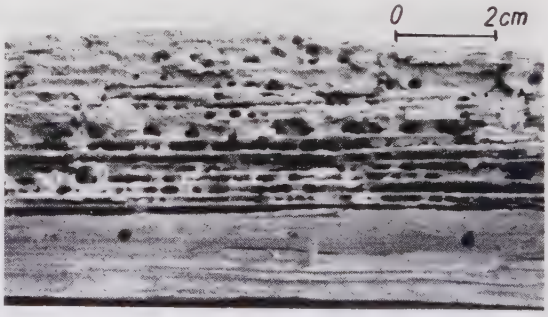

Abb. 13 Fraßbild von *Dendrobium pertinax* L. in pilzbefallenem Kiefernsplintholz nach Entfernung des Bohrmehls. Nur die durchlöcherten Spätholzlamellen sind erhalten geblieben. Aufnahme und Material: Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Eine eigentümliche Musterung der Gangwände, die durch die Art des Holzabnagens zustande kommt, ist bei den in trockenem Holz fressenden Tieren, also besonders beim Hausbockkäfer und den *Anobium*-Larven zu beobachten. M. WOLFF hat sie bei *Hylotrupes* als „Rippelmarkenstruktur" bezeichnet und als Eigentümlichkeit der Art erklärt. Ihre Entstehung ist jedoch nicht artgebunden, sondern durch den Holzfeuchtegrad beim Nagen bedingt

(Abb. 15). Aus diesem Grunde spricht ihre Ausprägung allerdings für Hausbock bzw. *Anobium*-Befall. — In Buprestidenfraßgängen kann man bisweilen eine terrassenähnliche, leicht gewellte Querstreifung beobachten.

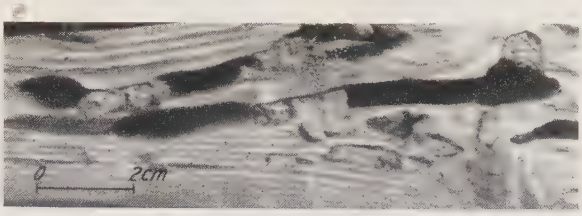

Abb. 14. Fraßgänge des gestreiften Zangenbockes (*Rhagium bifasciatum* L.) Aufnahme: G. BECKER Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem. Material: Deutsches Entomologisches Institut

Über die F ü l l u n g der Fraßgänge lassen sich vergleichsweise zunächst folgende allgemeine Feststellungen treffen. Die von Pilzmyzel lebenden Käfer *Xyloterus* und *Hylecoetus* haben leere Gänge. Auch die Ameisen und die Holzbienen entfernen das zernagte Holz; ebenso sind die selteneren Puppenwiegen der nicht vom Holz lebenden Käfer- (*Dermestes-* usw.) und Mottenarten von Nagespänen frei. Das in den übrigen Fällen aus Kotteilchen und Nagespänen bestehende „Bohrmehl" ist bei den Anobiiden mit Ausnahme von *Ptilinus* und bei den Rüsselkäfern verhältnismäßig locker und fällt leicht aus den Gängen heraus. Von den übrigen Insekten wird es stärker in den Gängen zusammengedrückt. Je frischer oder feuchter das Holz bei ihrer Fraßtätigkeit war, um so fester haftet es später zusammen. Das läßt sich besonders bei den einzelnen, zum Teil unter sehr abweichenden ökologischen Bedingungen lebenden Bockkäferarten beobachten; aber auch bei der gleichen Art, z. B. dem Hausbock, ist die Ablagerung des Bohrmehls in einem trockenen Dachbalken und einem feuchten Hafenpfahl äußerlich

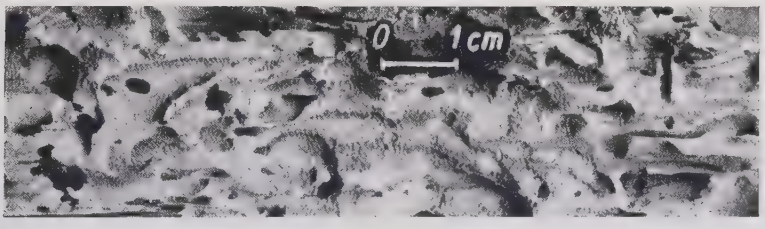

Abb. 15. Fraßmuster („Rippelmarkenstruktur") an den Gangwänden der Hausbockkäferlarven (*Hylotrupes bajulus* L.). Natürliche Größe. Aufnahme und Material: Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

verschieden. Das ist bei Fraßbestimmungen zu beachten. — Bei *Criocephalus* und *Monochamus* sind die Gänge stellenweise ganz leer. Die Larven besonders der letzten Gattung stoßen Bohrmehl und Späne oft in Menge aus dem Holz heraus, wie K. ESCHERICH u. a. bereits angegeben haben.

Die Bockkäfer, Prachtkäfer, Rüsselkäfer und *Nacerda* enthalten in ihrem Bohrmehl zahlreiche grobe Nagespäne, die im Verhältnis zu den

Larven sehr lang und breit und nicht nur als Auskleidung oder Verschluß der Puppenwiegen, sondern auch in den Larvenfraßgängen regelmäßig und stellenweise gehäuft auftreten. Größe und Menge der groben Späne steht ebenfalls in Abhängigkeit von der Holzfeuchtigkeit (G. BECKER 1943), daneben auch von der sonstigen Holzbeschaffenheit. — Besonders festgestopft ist das Bohrmehl in den Gängen der Holzwespen und der Käfer *Serropalpus, Calopus* und *Ptilinus,* bei denen sich einzelne Kotteilchen in dem Fraßganginhalt nicht unterscheiden lassen.

Auf Einzelheiten der Bohrmehlbeschaffenheit soll in den beiden nächsten Abschnitten eingegangen werden.

5. Form, Farbe und Größe der Kotteilchen

Die Beschaffenheit des Kotes ermöglicht in vielen Fällen, besonders im Zusammenhang mit dem einen oder anderen der übrigen Bestimmungsmerkmale, eine eindeutige Erkennung des Schädlings. Da aber gerade über die Kotformen holzzerstörender Insekten im Schrifttum erstaunlich wenig Genaues angegeben und bekannt ist, werden sie im folgenden Teil etwas eingehender erörtert. Die Berücksichtigung der Kotform bei der Artbestimmung ist vor allem bei den nach dem übrigen Fraßbild schwerer unterscheidbaren Arten von Wert. Das war für die Auswahl im Folgenden mitbestimmend.

Es gibt auch bei den Holzfressern durchaus verschiedene Gestalten des meist in gepreßter Form abgegebenen Darminhaltes, die durch den Bau des Enddarmes des betreffenden Tieres bedingt und innerhalb einer Insektenart recht einheitlich sind. Der Kot ist stets vermischt mit groben Spänen und feinem „Nagsel", das nicht gefressen worden ist, und wird meist mit diesem in den Gängen, mehr oder weniger fest (siehen oben) zusammengedrückt, abgelagert. Form und Anteil des Nagsels und der Späne sowie die Art der Ablagerung des Bohrmehls werden anschließend noch berücksichtigt.

Näher beschrieben und abgebildet sind bisher der Kot der Hausbocklarven (K. ECKSTEIN, I. TRÄGÅRDH u. a.) und der Mulmbocklarven (G. BECKER); für *Leptura rubra* wird der Larvenkot (nicht völlig, aber im Vergleich mit dem anderer Cerambycidenarten recht zutreffend) als kugelig bezeichnet (H. WEIDNER, E. KÖNIG). Auch für Holzwespen gibt es Angaben. — K. ECKSTEIN, der besonders auf den Wert der Kot- und Nagselform für die Schädlingsbestimmung hingewiesen und diese durch eigene Untersuchungen gefördert hat (1939), berücksichtigt in seiner Arbeit über „Das Bohrmehl der Anobien" (1940) *Anobium punctatum, Dendrobium pertinax, Xestobium rufovillosum* und *Ptilinus pectinicornis.* Im Falle von *D. pertinax* hat dabei offenbar leider ein von anderer Seite falsch bestimmtes Fraßstück vorgelegen, in dem *A. punctatum* und *Ernobius mollis* gemeinsam gefressen zu haben scheinen. — Den Kot von *E. mollis* bildet I. TRÄGÅRDH (1939) erstmalig ab; für *Xestobium* ist er schon früher in verschiedenen (vor allem englischen) Arbeiten gekennzeichnet worden, die nicht im einzelnen genannt werden.

Form und Farbe der Kotteilchen sind wesentliche Merkmale. Ihre Größe dagegen verändert sich natürlich mit dem Larvenwachstum. Bei einem Vergleich neuer Proben mit den Größenangaben des Schrifttums, die sich im allgemeinen auf erwachsene Larven beziehen, ist daher stets zu beachten, ob im fraglichen Falle der Kot wirklich von ausgewachsenen Tieren stammt. Man muß also nach zugehörigen Fluglöchern oder

Puppenwiegen suchen. Befinden sich — was nicht selten vorkommt — die Fraßgänge zweier Insektenarten im Holz, so ist bei der Untersuchung besondere Aufmerksamkeit erforderlich.

Die Grundform des Bockkäferkotes ist die Walze. Sie kann in verschiedener Weise abgewandelt sein. Deutlich anders geformt, und zwar in recht verschiedener Weise, und daher gut zu unterscheiden ist der Kot der Anobien, der Rüsselkäfer und der meisten Prachtkäfer. Bei den Holzwespen sind geformte Kotteilchen nicht zu erkennen, und auch bei *Serropalpus* und *Calopus* fehlen sie anscheinend.

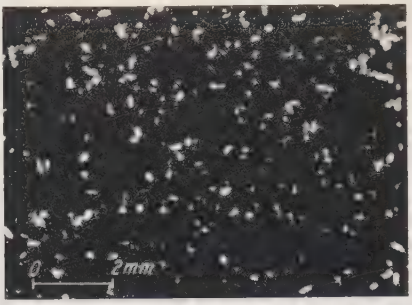

Abb. 16. Fraßganginhalt von *Anobium punctatum* De Geer
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Anobium punctatum erzeugt eiförmigen Kot bis zu ungefähr 0,8 mm Länge und ungefähr 0,4 mm Breite (am breitesten Ende), bei dem mit gewisser Regelmäßigkeit das schlankere Ende oder beide Seiten zu einer feinen Spitze ausgezogen sind (Abb. 16). Das durchschnittliche Verhältnis von Länge : Breite (das schwanken kann) ist $\sim$ 2,4 : 1. Entsprechend, mit nur geringen Abweichungen, ist der Kot bei fast allen übrigen, bisher untersuchten Arten der Gattung *Anobium* geformt (Abb. 17). Ähnliche Kotteilchen, jedoch meist ohne ausgezogene Spitzen, hat auch *Ptilinus pectinicornis*. Deutlich anders gestaltet sind sie dagegen bei *Dendrobium pertinax*. Der bis zu $\sim$ 1 $\times$ $\sim$ 0,4 mm messende (meist kleinere) Kot ist in der Längsachse zusammengedrückt und gekrümmt, hat eine konkave und eine konvexe Breitseite, ist andeutungs-

Abb. 17. Fraßganginhalt von *Anobium Thomsoni* KR.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

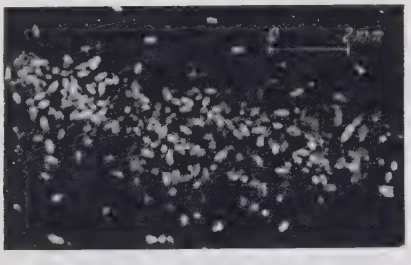

Abb. 18. Fraßganginhalt von *Dendrobium pertinax* L.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

weise viergekantet und am vorderen Ende deutlich dicker als am verjüngten Hinterende (Abb. 18). Die beschriebenen Formmerkmale sind beim Fraß in stärker von Pilzen zerstörtem Holz besonders deutlich. — *Tripopithys carpini* hat ähnlichen Kot wie *D. pertinax*. — Der Kot der Gattungen *Xestobium* und *Ernobius* ist ausgesprochen linsen-

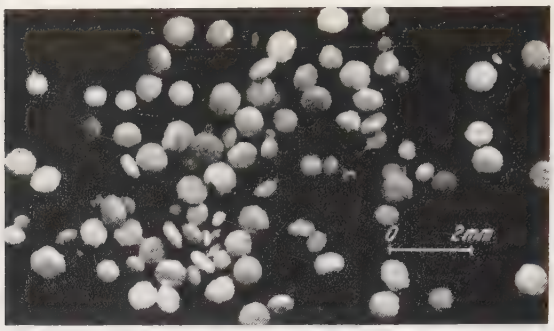

Abb. 19. Fraßganginhalt von *Xestobium rufovillosum* De Geer. Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

förmig und damit wesentlich anders geformt und gut unterscheidbar (Abbild. 19, 20). Bei sehr jungen Tieren sind die Teilchen allerdings nahezu eiförmig (insbesondere bei *Ernobius*, hier auch kugelig), und auch größere Kotlinsen sind bei den drei Arten bisweilen nicht ganz kreisförmig, sondern etwas elliptisch. Die Dicke der Linsen im Verhältnis zum ⌀ ist bei *Ernobius* deutlich größer als bei *Xestobium*.

Die Farbe des Kotes entspricht bei *Anobium, Ptilinus, Dendrobium* und *Xestobium*, ausgesprochen splintholzzerstörenden Arten, der Farbe des gefressenen Holzes. Der Kot des vorzugsweise rindenfressenden *Ernobius mollis* ist bei kleineren Tieren, die noch ausschließlich Rinde verzehren, glänzend schokoladenbraun; mit zunehmender Größe jedoch wird er in demselben Maße, wie die Larve auch Holz frißt, heller und zugleich weniger glänzend, um bei den größten Tieren zum Teil die helle Farbe des Splintholzes zu erreichen (Abb. 20). *Triopopithys carpini*, eine teils wohl in berindeten Zweigen, zum Teil auch in verbautem Holz lebende Art (E. SCHIMITSCHEK, F. ZACHER) erzeugt je nach der Nahrung braunen oder holzfarbenen Kot.

Die holzzerstörenden Rüsselkäfer besitzen kugelig-eiförmigen Kot und unterscheiden sich weiterhin meist gut von allen Anobien durch die Besonderheit, daß häufig mehrere Kotbröckchen perlschnurartig zusammenhaften. Neben diesen und anderen holzfarbenen Teilchen, die winzig, eiförmig und beiderseits in Spitzen ausgezogen sind, kommt bei Rüsselkäferfraß eine dritte Gruppe von kleinen eiförmigen gelblichen Gebilden mit glasigem Aussehen vor (Abb. 21). Die beiden letzteren sind der Kot der bei den Rüßlern sehr lange am Leben bleibenden und im Gegensatz zu den meisten übrigen Holzzerstörern auch Holz fressenden Käfer. (Perlschnurartigen Kot hat K. ECKSTEIN ebenfalls für andere, forstschädliche Rüsselkäfer beschrieben.)

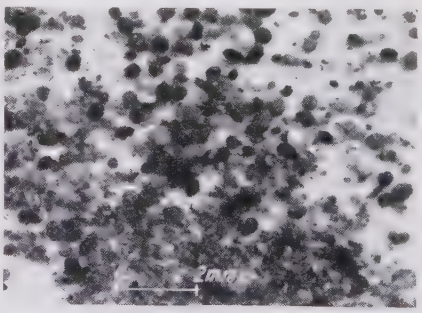

Abb. 20. Fraßganginhalt von *Ernobius mollis* L. Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Bei den rindenfressenden Prachtkäfern ist der Kot eiförmig mit stumpfen, stark abgerundeten Spitzen. Ähnlich wie bei *Ernobius mollis* sind die kleinsten Kotteilchen schokoladenbraun; mit zunehmender Größe werden sie heller, ohne allerdings die Holzfarbe zu erreichen. Bisweilen sind auch bei den Buprestiden mehrere Kotbröckchen, dicht aneinander-

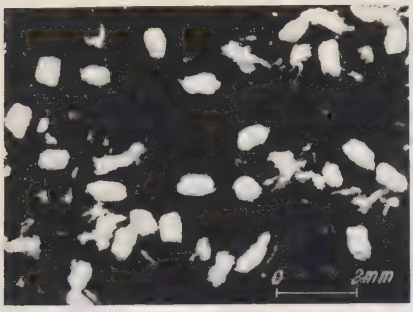

Abb. 21. Fraßganginhalt von *Eremotes elongatus* Gyll. Holzzerstörender Rüsselkäfer.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Abb. 22. Kotballen (fast ohne Nagespäne) von *Chalcophora Mariana* L. (Prachtkäfer).
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

gepreßt, zu einer kurzen Schnur vereinigt. — *Chalcophora Mariana* scheint verhältnismäßig uneinheitlich geformten Kot zu haben. Die einzelnen Teilchen, von denen oft mehrere gehäuft zusammenkleben, sind glatte Walzen mit etwas eingedellten oder abgerundeten Schnittflächen, von kugeliger Form bis zu mittlerer Länge schwankend (Abb. 22).

Die Kotwalzen der Bockkäfer unterscheiden sich — wenigstens zum Teil — gattungsweise durch ihr Längen- : Breitenverhältnis, ihre Ober-

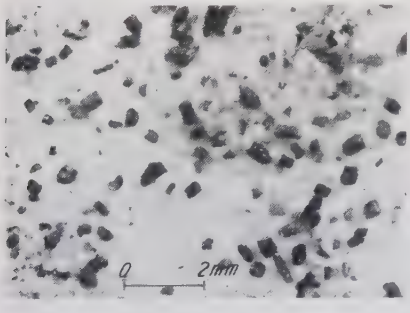

Abb. 23. Fraßganginhalt von *Callidium violaceum* L.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

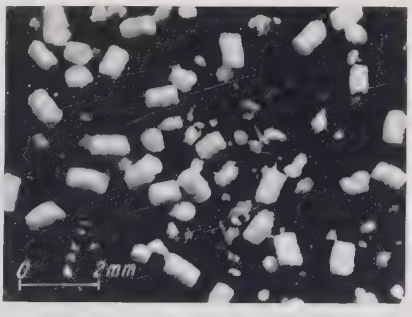

Abb. 24. Fraßganginhalt einer erwachsenen Hausbocklarve (*Hylotrupes bajulus* L.)
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

flächenbeschaffenheit und ihre Farbe. Beim Fraß in der Rindenbastschicht sind sie braun und glänzend, mit meist verhältnismäßig rauher, unregelmäßiger Oberfläche (Abb. 23), bei Fraß im Holzkörper holzfarben mit verhältnismäßig glattem Mantel. Die Kotwalzen der *Callidium*- und *Phymatodes*-Arten zeichnen sich im allgemeinen durch ein besonders

großes Längen- : Breitenverhältnis aus, das durchschnittlich etwa wie 2 : 1 (Holz) bis 3 : 1 (Rinde) ist. Diese Arten fressen vorzugsweise nur Rinde und Bast und trotz der meist mehrere Millimeter tiefen Holzbeschädigung oder des gänzlichen Eindringens der Fraßgänge in das Splintholz bei größeren Larven ist der Kot doch stets verhältnismäßig dunkel gefärbt und erreicht niemals bei den bisher untersuchten Fraßproben die helle Holzfarbe wie bei erwachsenen *Ernobius*-Larven. Je dunkler bei diesen Bockkäferarten die Kotwalzen sind, um so größer ist meist ihre Länge im Verhältnis zur Dicke (Abb. 23).

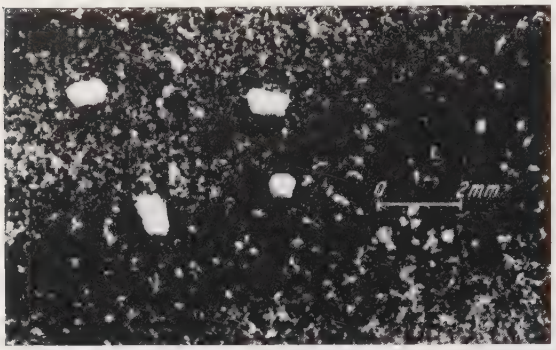

Abb. 25. Kotwalzen mit wenig Nagemehl einer ausgewachsenen Hausbocklarve (*Hylotrupes bajulus* L.).
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Am ebenmäßigsten sind die Kotwalzen beim Hausbock geformt, die hier bis zu ~ 1 mm lang und etwa 0,6 mm dick werden (Abb. 24 und 25). Das durchschnittliche Längen- : Breitenverhältnis ist etwa wie 1,5 : 1 bis 1,7 : 1. Tiefere ringförmige Einschnürungen auf der Mantelfläche sind bei *Hylotrupes* verhältnismäßig selten, häufiger dagegen bei *Ergates;* hier erscheinen die bis zu ~ 3 mm langen und etwa ~ 1,5 mm dicken Kotwalzen häufig aus kürzeren Einzelgliedern zusammengesetzt (Abb. 26 und 27). Bei beiden Arten haben sie eine mehr oder weniger deutlich konkave und mehr oder weniger deutlich konvexe Stirnfläche. Die Kotgröße erwachsener *Ergates*-Larven kennzeichnet diese Art wiederum gut gegenüber anderen. Das Längen- : Breitenverhältnis der Kotwalzen von rund 2 : 1 ist insbesondere bei jüngeren *Ergates*-Larven im Vergleich zu anderen im Holzkörper fressenden *Cerambyciden* besonders groß.

Abb. 26. Fraßganginhalt einer jüngeren Mulmbocklarve (*Ergates faber* L.).
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Criocephalus (Abbild. 28), *Asemum* (Abbild. 29), *Spondylis*, *Rhagium bifasciatum* und *Leptura rubra* (Abbild. 30) haben natürlich wesentlich kleineren Kot als *Ergates*. Bei den Larven von *Criocephalus* und *Asemum* ist der Kot in jeder Größe deut-

lich walzenförmig mit einem Längen- : Breitenverhältnis von durchschnittlich ~ 1,4 : 1 bis ~ 1,6 : 1, also etwas kürzer als bei *Hylotrupes* und *Ergates*. Im Falle der genannten *Leptura*-, *Spondylis*- und *Rhagium*-Arten dagegen verändert sich die länglichere Walzenform des Kotes der jungen Larven mit zunehmender Größe der Tiere in kürzere walzenförmige bis annähernd kugelähnliche Gebilde. Während die Form der kurzen Walze anscheinend bei *Leptura* (Abb. 30) noch am besten ausgeprägt bleibt, ist besonders bei den beiden anderen Arten die Oberfläche des Kotes erwachsener Larven sehr ungleichmäßig geformt.

Abb. 27. Kotwalzen einer ausgewachsenen Mulmbocklarve (*Ergatos faber* L.).
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Nacerda melanura erzeugt kugeligen oder walzen- bis doppelkegelförmigen Kot von besonders ungleichmäßiger Gestalt und sehr grober Oberflächenbeschaffenheit, der aus größeren Einzelteilchen zusammengesetzt erscheint. — Die Kotteilchen finden sich bei den letztgenannten Bockkäfern und bei *Nacerda* an gewissen Stellen im Bohrmehl gehäuft, im übrigen seltener. Nur *Leptura rubra* hat oft einen sehr hohen Kotanteil im Bohrmehl.

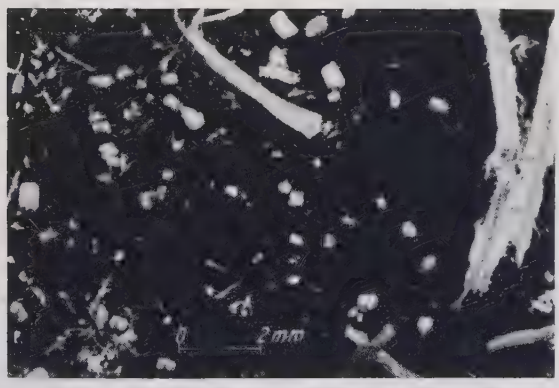

Abb. 28. Fraßganginhalt von *Criocephalus rusticus* L.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Bei *Tetropium*, *Harpium* und *Acanthocinus* sind in dem vor allem aus groben und feineren Spänen zusammengesetzten Bohrmehl im allgemeinen überhaupt keine geformten Kotteilchen erkennbar. — Der Kot von *Caenoptera* ist rindenfarbig braun, walzenförmig mit meist abgerundeten Kanten und in sehr geringer Menge in dem übrigen helleren Bohrmehl enthalten.

6. Form und Anteil der Nagespäne; Art der Ablagerung

Bis zu einem gewissen Grade ist die Form der feinen und mehr noch der gröberen Nagespäne und ihr Anteil an dem gesamten Bohrmehl kennzeichnend für die einzelnen Gruppen und Gattungen der Holzzerstörer. Auch die Art der Ablagerung ist verschieden.

Die Anobiiden erzeugen nur ganz feines Nagemehl, aber keine gröberen Nagespäne. Auch bei der Herrichtung der Puppenwiegen und ihres Verschlusses fehlen diese. Der Anteil des Nagemehls im Verhältnis zur Kotmenge ist — abgesehen von *Ptilinus* — im allgemeinen sehr, oft bemerkenswert gering, und das gesamte Bohrmehl ist in den Fraßgängen sehr lose abgelagert. Beim Aufspalten des Holzes fällt es leicht und ohne Stäuben heraus. Bei *Ptilinus* dagegen überwiegt das Nagemehl den geformten Kot an Menge bei weitem, der Inhalt der Fraßgänge ist sehr fest zusammengedrückt und nur mit Mühe zu entfernen.

Im Gegensatz zu den Anobiiden, die in feuchtem Holz kaum gröbere Späne abzureißen pflegen, ist das — abgesehen von den Kotformen — sonst recht schwierig zu unterscheidende Fraßbild der holzzerstörenden Rüsselkäfer durch die Anhäufung längerer schmaler Holzspänchen gekennzeichnet, die meist etwas spiralig eingerollt sind und dem fester in den Gängen haftenden „Bohrmehl" ein etwas wirres Aussehen geben.

Abb. 29. Fraßganginhalt von *Asemum striatum* L.
Aufnahme: G. BECKER, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Das Bohrmehl der Holzwespen und von *Serropalpus* und *Calopus*, das keine erkennbaren Kotteilchen enthält, ist aus feinem Nagemehl und gröberen, verhältnismäßig kurzen Nagespänen zusammengesetzt und sehr fest in den Gängen zusammengepreßt.

Die *Nacerda*-Fraßgänge enthalten sehr viel grobe, lange, an den Enden ausgefranste Nagespäne, die zusammen mit feinem Nagsel und Kot unregelmäßig und nicht besonders fest abgelagert sind.

Bei den Prachtkäfern ist — ähnlich wie bei den Bockkäfern — das Bohrmehl, das sehr viel feines Nagsel und gröbere, einfach geformte Späne enthält, in den Gängen fest zusammengedrückt, so daß es bei deren Eröffnen in größeren zusammenhängenden Stücken herausfällt. Durch den Wechsel von brauner Rinde und hellerem Holz im Fraßmehl erscheint dieses gestreift, und zwar meist in bogenförmigem Muster. (Die „wolkige" Anordnung betont bereits K. ESCHERICH 1923.)

Bei der artenreichen Familie der Bockkäfer schließlich sind, wie für einzelne Arten K. Eckstein (1939) gezeigt hat, gattungsweise Unterschiede bezüglich der Form der Späne und der Ablagerung des Bohrmehls vorhanden. Das Fraßbild von *Hylotrupes* ist durch das Fehlen gröberer Späne — abgesehen von der Umgebung der Puppenwiegen — ausgezeichnet (Abb. 23 und 24). Von Bedeutung ist dabei allerdings der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes, denn in nassem Holz reißt die *Hylotrupes*-Larve ebenfalls grobe Späne ab, und der Anteil solcher Späne ist auch bei den Arten, deren Larven sie regelmäßig herstellen, je nach der Holzfeuchtigkeit etwas verschieden. Die Hausbocklarve erzeugt feinstes Nagemehl in sehr großer Menge; das gesamte Bohrmehl wird recht fest in den Gängen zusammengedrückt, beim Aufspalten oder Abbeilen befallenen Holzes stäubt es aber, wenn das Holz trocken ist, außerordentlich stark.

Die *Callidium*- und *Phymatodes*-Arten sind — worauf bisher anscheinend noch nicht geachtet worden ist — von *Hylotrupes* wie von den grobspanerzeugenden Rinden-, Bastschicht- und Holzfressern an Nadelhölzern dadurch gut zu unterscheiden, daß neben dem feinen Nagsel und dem Kot schuppen- oder plättchenförmige, also im Verhältnis zur Breite sehr kurze Späne auftreten (Abb. 23). Ob sich dabei noch die drei im wesentlichen in Frage kommenden Arten unterscheiden lassen, müßte erst an einer größeren Zahl von Fraßproben geprüft werden. Die Fraßgänge sind verhältnismäßig locker gefüllt, ihr Inhalt ist leicht zu entfernen.

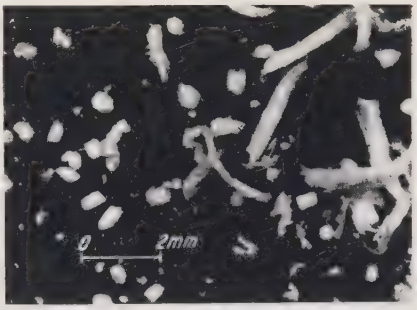

Abb. 30. Fraßganginhalt von *Leptura rubra* L. Aufnahme: G. Becker, Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem

Alle übrigen unter der Rinde, vor allem saftfrischer Rinde, fressenden Bockkäfer enthalten in ihrem „Bohrmehl" vorwiegend grobe, mehr oder weniger lange Späne (vgl. die Abb. 26—30), die zusammen mit feinerem Nagsel fest zusammengepreßt, aber leicht in zusammenhängenden Stücken aus den Gängen zu entfernen sind. Unter den im Holzinnern lebenden Larven pflegt der Ganginhalt aus Spänen, Kot und vor allem auch feinem Mehl bei *Ergates, Leptura,* zum Teil auch bei *Spondylis* zwar zusammen zu haften, aber verhältnismäßig locker zu sein. Das Bohrmehl von *Criocephalus, Asemum* und anderen Arten dagegen ist insbesondere bei Fraß in sehr feuchtem Holz oft außerordentlich fest geformt und hart. Bei allen diesen Feuchtholzarten reißen — wie gesagt — die Larven ständig viel grobe, lange Späne ab. Die im Holz befindlichen Gänge von *Monochamus galloprovincialis* enthalten sogar stellenweise nur verhältnismäßig lange Späne. Auf deren Form bei den einzelnen Arten näher einzugehen, würde jedoch in der vorliegenden, kurzen Zu-

sammenstellung zu weit führen, zumal, da die Artbestimmung an Hand dieses Merkmales hier doch nicht stets eindeutig und einfach ist.

7. Alter und Beschaffenheit des befallenen Holzes

Alter, Vorhandensein von Rinde, Feuchtigkeit und Zerstörungsgrad durch holzzerstörende Pilze bedingen in bestimmtem Maß die Entwicklungsmöglichkeiten zahlreicher Insektenarten und sind daher bei einer Fraßbestimmung zweckmäßigerweise zu beachten.

Für verschiedene Arten wurde bereits an früherer Stelle betont, daß sie sich nur in frisches Holz einbohren oder ihre Eier daran ablegen. Allerdings läßt sich bei gealtertem Holz der Zeitpunkt des Fraßes oft nicht mehr eindeutig festlegen.

Von den genannten Bockkäfern befallen alle außer *Hylotrupes, Ergates, Leptura rubra* und *Spondylis* nur ganz oder teilweise berindetes Holz; bei einer Reihe von ihnen kann aber die Rinde später fehlen, nachdem die Larven, wie erwähnt, in das Holz eingedrungen sind. Die *Tetropium*- und die *Monochamus*-Arten sind dabei mehr *(T.)* oder weniger *(M.)* an frische Stämme gebunden. In ständig lufttrockenem Holz kann sich auf die Dauer nur *Hylotrupes* entwickeln, bis zu einem gewissen Grade auch *Callidium* und *Phymatodes*. Die anderen, z. B. *Criocephalus* und *Asemum*, können jedoch als Larven im Bauholz an trockene Stellen, etwa auf einen Dachstuhl gelangen und dort schlüpfen. Auch *Rhagium bifasciatum* und sogar *Harpium inquisitor* hat H. WEIDNER (1936) in Dachbalken gefunden; in regennassem Dachverbandholz unter zerstörter Dachhaut kann sich selbst *Ergates* entwickeln. Dabei handelt es sich jedoch stets um Ausnahmen unter besonderen Verhältnissen. *Ergates, Leptura, Spondylis* und *Rhagium bifasciatum* werden vorzugsweise in der Erdluftzone der im freien verbauten Hölzer schädlich.

Fluglöcher des Hausbockkäfers können besonders im Freien frühestens 3 Jahre nach der Fällung vorhanden sein, erscheinen im allgemeinen aber erst später. Das ist bei der stets sehr wichtigen Frage, ob ein Hausbockbefall vorliegt, zu beachten.

Stärkerer Fraß von *Ergates, Leptura* und insbesondere *Spondylis* pflegt infolge der dabei herrschenden Feuchtigkeitsverhältnisse gemeinsam mit Befall durch holzzerstörende Pilze aufzutreten. Eine sehr deutliche Bevorzugung oder ausschließliche Besiedlung pilzbefallener Hölzer ist ferner bei *Xestobium, Dendrobium, Tripopithys* sowie auch bei den Rüsselkäfern sehr deutlich, die man ganz selten in gesundem Holz findet. Darauf ist bisher im Schrifttum viel zu wenig oder gar nicht hingewiesen worden. Die Rüsselkäfer haben offenbar ein besonders hohes Feuchtigkeitsbedürfnis. *Nacerda* schließlich lebt ausschließlich in Hölzern, die regelmäßig sehr stark durchfeuchtet, z. B. auch von Meer- oder Brackwasser oft überspült werden.

Ausnahmen (außer den erwähnten) gibt es von allen diesen genannten Regeln aus verschiedenen Gründen; daher ist hier vorsichtige Beurteilung zweckmäßig und wurden die eben erörterten Merkmale an letzter Stelle genannt.

IV. Kurze Beschreibung des Fraßbildes der wichtigsten Arten

1. Hausbockkäfer

Fluglöcher eiförmig, ~ 2 ... 4 mm × ~ 5 ... 11 mm, mit scharfkantigem, im Innern von Gebäuden mit unregelmäßig ausgefranstem Rand. Fraßgänge im Splintholz; Rinde ganz, Kernholz weitgehend, Reifholz deutlich gemieden, rindennahes Splintholz ausgesprochen bevorzugt. Lange gewundene, unter der Bastschicht zum Teil platzartig erweiterte Gänge mit eiförmigem Querschnitt bis zu ~ 4 × ~ 10 mm; Holz infolge des Befalls mehrerer Käfergenerationen nacheinander oft sehr stark zerfressen; Gangwände bei trockenem Holz mit feinen Rillen versehen; Gänge fest mit holzfarbenem Kot und feinem Nagemehl angefüllt. Kot walzenförmig, gleichmäßig geformt, mit glatter Oberfläche, bis ~ 1 × ~ 0,6 mm, deutlich erkennbar, nicht zusammengeklebt; vermischt mit sehr viel feinem Nagemehl. Grobe Späne im allgemeinen nur in Nähe der Puppenwiegen, Bohrmehl fest abgelagert, beim Aufspalten trockenen Holzes stark stäubend. Befall in lufttrockenem bis feuchtem, gesundem, aber auch in pilzbefallenem Holz verschiedenen Alters; jüngeres Holz (2 bis ~ 30 Jahre nach dem Fällen) bevorzugt; ausschließlich Nadelholzarten werden befallen.

2. Anobien (*Anobium punctatum* De Geer)

Fluglöcher kreisförmig, 0,7 ... 3,3 mm ⌀. Fraßgänge im Splintholz, Rinde und Kernholz meist gemieden. Gänge ausgedehnt mit unregelmäßigem Verlauf, bei Nadelholz den Jahrringen folgend; kreisförmiger Querschnitt bis ~ 3 mm. Die Gänge sind mit Kot und verhältnismäßig wenig feinem Nagemehl locker angefüllt; das Bohrmehl fällt beim Spalten leicht und ohne Stäuben heraus. Kot annähernd eiförmig, eines oder beide Enden etwas spitz ausgezogen, bis ~ 0,8 × ~ 0,4 mm, nicht zusammenklebend. Gröbere Spänchen fehlen auch in Nähe der Puppenwiegen. Befall in lufttrockenem bis feuchtem, gesundem (aber auch pilzbefallenem) Holz verschiedenen Alters; Nadel- und Laubholz.

V. Zusammenfassung

Unter Berücksichtigung von ungefähr 50 Insektenarten werden für die Bestimmung von Fraßschäden an Nadelholz bei Beschränkung auf das Zerstörungsbild (ohne Heranziehung der Schädlinge oder ihrer Körperreste) kennzeichnende Merkmale und Unterschiede beschrieben. Anhangsweise sind kurz die Fraßbilder der beiden wichtigsten Schädlinge dargestellt. Umfang und Art der Einzelbeschreibungen lassen eine kurze Zusammenfassung der Ergebnisse nicht zu.

VI. Schrifttum

(Die folgende Zusammenstellung enthält nur die in diesem Zusammenhang am wichtigsten erscheinenden Arbeiten, kann aber nicht sämtliche Fraßbildbeschreibungen holzzerstörender Insekten berücksichtigen.)

BECKER, G., Beobachtungen über Schädlichkeit, Fraß und Entwicklungsdauer von *Anobium punctatum* De Geer („Totenuhr"). Z. Pflanzenkrankh. *50*, 159—172 (1940).

— — Untersuchungen über die Ernährungsphysiologie der Hausbockkäferlarven. Z. vergl. Physiol. *29*, 315—388 (1942).

— — Ökologische und physiologische Untersuchungen über die holzzerstörenden Larven von *Anobium punctatum* De Geer. Z. Morphol. u. Ökol. d. Tiere *39*, 98—152 (1942).

— — Beobachtungen und experimentelle Untersuchungen zur Kenntnis des Mulmbockkäfers *(Ergates faber* L.). Z. angew. Entomol. *29*, 1—30 (1942) und *30*, 263—296 (1943).

— — Zerstörung von Holzmasten durch Käferlarven. Elektrotechnik *2*, 248—250 (1948).

BLAIR, N. G., Larvae of *Nacerda melanura* L. in piles of pitch pine. Proc. Ent. Soc. London 10 (1935).

ECKSTEIN, K., Zerstörung des Holzes durch Tiere. In: Mahlke-Troschel, Handbuch der Holzkonservierung, 2. Aufl., 105—148. Berlin, J. Springer, 1928.

— — Der Hausbock, *Hylotrupes bajulus* L. Vedag-Buch *8*, 60—87 (1935).

— — Exkremente und Bohrmehl forstschädlicher Insekten. Verhandl. VII. Intern. Kongr. f. Entomol. Berlin 1938, *3*, 1930—1940, Taf. 208—212 (1939).

— — Das Bohrmehl der Anobien. Forstarchiv *15*, 268—271 (1940).

EIDMANN, H., Der Speckkäfer *Dermestes lardarius* L.) als Holzzerstörer. Anz. f. Schädlingskde. *11*, 43—45 (1935).

ESCHERICH, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas II. und V. Bd. Berlin, P. Parey, 1923 und 1942.

HEIDENREICH, E., Der Hausbockkäfer. Erkennung und Bekämpfung unter Berücksichtigung anderer tierischer Holzschädlinge. Eberswalde-Berlin, R. Müller, 1939.

KEMNER, N. A., De ekonomiskt viktiga vednagande Anobierna. Medd. Nr. 108 från Centralanst. f. försöksväsendet på jordbruksomradet. Entomol. Avd. *19*, 1—45 (1915).

KEMPER, H., Die Spuren der Gesundheits- und Wohnungsschädlinge in ihrer Bedeutung für Schädlingskunde und Schädlingsbekämpfung. Z. hyg. Zoologie Beih. 1, 1941.

KOCH, R., Bestimmungstabellen der Insekten an Fichte und Tanne nach den Fraßbeschädigungen. 2. Aufl. Berlin, P. Parey, 1928.

— — Bestimmungstabellen der Insekten an Kiefer und Lärche nach den Fraßbeschädigungen. 2. Aufl. Berlin, P. Parey, 1932.

KÖNIG, E., Tierische Holzschädlinge. Der Rothalsbockkäfer. Holz-Zentralblatt *69*, Nr. 31, 193 (1943).

KUNICKE, G., Holzzerstörende Bienen. Mitt. Ges. Vorratsschutz *5*, 60 (1929).

MADEL, W., Speckkäferlarven als Zerstörer von Holz- und Mauerwerk. Anz. f. Schädlingskde. *14*, 93—95 (1938).

— — Schädlinge im Bauholz. Berlin, Elsner, 1939.

— — Der Halsgrubenbock als Bauholzschädling. Der Bautenschutz 100—104, 1940.

NÜSSLIN, O., u. RHUMBLER, L., Forstinsektenkunde. 4. Aufl. Berlin, P. Parey, 1927.

PERRIS, Histoir des insects du pin maritime. Annal. Soc. entom. France 173—257 (1856).

Prell, H., Bemerkungen zur Biologie der einheimischen *Rhagium*-Arten. Z. wiss. Ins. Biol. *22*, 1—7 (1927).

Schimitschek, E., *Clytus lama* Muls. (Cerambycidae), ein bis jetzt wenig beachteter technischer Schädling an Nadelhölzern. Centralbl. f. d. g. Forstwes. *54*, 18—26 (1928).

— — *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum* F.: Ein Beitrag zu ihrer Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft. Z. angew. Entomol. *15*, 229—334 (1929).

— — Forstschädlingsaufreten in Österreich 1927—1933. Centralbl. f. d. g. Forstwes. *61*, 134—150, 165—177, 208—221 (1935).

Schuch, K., Experimentelle Untersuchungen über den Nahrungswert von Kiefern- und Fichtenholz für die Larven des Hausbockkäfers *(Hylotrupes bajulus* L.). Z. f. Pflanzenkrankh. *47*, 572—582 (1937).

Schwarz, L., Erhebliche Holzzerstörung durch Speckkäfer. Anz. f. Schädlingskde. *12*, 46—47 (1936).

Trägårdh, I., Sveriges Skogsinsekter. Stockholm 1929.

— — De virkesförstörande insekternas skadegörelse i vara byggnader och medlen att förebygga densamma. Kungl. Landbruksakademiens Tidskrift *78*, 511—526, 1939.

— — Neue Beobachtungen über den Schusterbock *(Monochamus sutor* L.) in Schweden. Z. angew. Entomol. *27*, 142—149 (1940).

Weidner, H., Wie kann man Hausbockbefall und von anderen Holzinsekten herrührende Beschädigungen des Bauholzes unterscheiden? Nachrichtenbl. f. d. Stat. Pflanzenschutzdienst *16*, 48—50 (1936).

— — Bestimmungstabellen der Vorratsschädlinge und des Hausungeziefers Mitteleuropas. Jena, G. Fischer, 1937.

— — Vorrats- und Materialschädlinge in der Insektenwelt, mit besonderer Berücksichtigung der Holzschädlinge. Berlin 1940.

Wolff, M., Lagerschädlinge. Reichsfachverbandbl. dtsch. Stellmacher-, Wagner- u. Karosseriehandwerk 25, Nr. 18 (1938).

— — Grundzüge der Hausbockbekämpfung. Ztrbl. Bauverwaltg. *61*, 368—372 (1941).

Zacher, F., Die Vorrats-, Speicher- und Materialschädlinge und ihre Bekämpfung. Berlin, P. Parey, 1927.

Zwölfer, W., Der kleine Wespenbock, *Caenoptera minor* L., als Gerbrindenschädling. Anz. Schädlingskde. *12*, 7—10 (1936).

Aus dem Bernhard-Nocht-Institut für Schiffs- und Tropenkrankheiten Hamburg. Direktor: Prof. Dr. E. G. Nauck
Entomologische Abteilung — Leiter: Doz. Dr. F. Weyer

Neuere Untersuchungen über die Verbreitung von *Anopheles maculipennis* in Hamburg

Von

Hans-Joachim Heinz

Mit 4 Abbildungen

A. Einleitung. — B. Methodik. — C. Fangergebnisse. (A) Larven. 1. Tabellarische Aufstellung der Larvenfangplätze. 2. Relative Bedeutung der Brutplätze. 3. Beschaffenheit der Brutplätze. (B) Imagines. — D. Jahreszyklus und Generationswechsel. — E. Besprechung und Auswertung. — F. Zusammenfassung. — G. Schrifttum.

A. Einleitung

Autochthone Malaria ist in Deutschland seit Jahrhunderten bekannt. Ihre Verbreitung ist abhängig von der Wechselwirkung folgender Faktoren, 1. vom Vorkommen der übertragenden *Anopheles*-Mücken, 2. von der Zahl der Gametenträger in der Bevölkerung und 3. vom Klima. Viele Teile Deutschlands sind heute malariafrei, obwohl das „Sumpffieber" noch vor einigen Jahrzehnten auch dort tatsächlich verbreitet war. Dabei sind aber die Anophelen dort nicht ausgestorben („*Anopheles sine malaria*"). Eine ausreichende Erklärung für das Schwinden der Malaria ist bis heute noch nicht gegeben worden. In jüngster Zeit häufen sich Meldungen über Malariafälle aus verschiedenen Gebieten Deutschlands, die bisher als malariafrei galten, z. B. Berlin, Schleswig-Holstein, Niedersachsen. Diese Fälle sind durch die Kriegs- und Nachkriegsereignisse eingeschleppt und haben sich hier weiter verbreitet.

Jede Malaria lenkt zuerst die Aufmerksamkeit auf die lokale Mückenlage und wir finden in der Tat, daß die Malaria sich nur dort hält oder weiterverbreitet, wo sich ausgedehnte Mückenbrutplätze den ganzen Sommer hindurch halten können. Im allgemeinen handelt es sich um Flußniederungen mit ausgedehnten Altwässern und um Gebiete, die man in Norddeutschland als „Marsch" im Gegensatz zur „Geest" bezeichnet. Malaria und Malariamücken sind nun nicht nur in Deutschland, sondern auch in Holland von den verschiedensten Gesichtspunkten aus eingehend untersucht worden. Um so überraschender ist es, daß Unterlagen über die Mückenlage in

Großstädten fast völlig fehlen. Die letzte Untersuchung über die Verbreitung der Fiebermücke im Hamburger Gebiet wurde von MARTINI nach dem ersten Weltkrieg im Jahre 1920 unternommen. Auch diese Studien wurden angeregt durch die Nachkriegsverhältnisse, da man schon damals erkannte, daß mit den Heimkehrern zahlreiche neue Gametenträger unter die Hamburger Bevölkerung kommen würden. MARTINI konnte sein Vorhaben aber nur in beschränktem Rahmen durchführen und hat sich mit Untersuchungen über das Vorkommen und die relative Häufigkeit der erwachsenen Anophelen begnügt. Über Brutplätze sind in seiner Arbeit keinerlei Auskünfte gegeben, erst recht nicht über Larvendichte. Da *A. maculipennis* damals noch einheitlich als Art und noch nicht als Komplex erkannt war, sind aus dieser Arbeit auch noch keine Angaben über die Verteilung der Arten oder sogenannten Rassen der *maculipennis*-Gruppe [1]) zu entnehmen. Außerdem beschränken sich seine Untersuchungen auf die Randgebiete der Stadt, also auf die ländlichen Bezirke.

Angeregt durch die Zahl der Malarianeuerkrankungen in Berlin und Schleswig-Holstein sowie auch durch das Auftreten von Malariafällen in Hamburg schien es lohnend, ähnliche Untersuchungen in Hamburg vozunehmen wie sie in Berlin von KIRCHBERGER usw. durchgeführt wurden. Die Berichte aus Berlin, die uns leider nur durch mündliche Mitteilungen bekannt sind, lassen die Vermutung entstehen, daß der Krieg völlig neue Brutplatzverhältnisse für die Anophelen geschaffen hat. Es wird darüber hinaus sogar der Eindruck erweckt, daß sich eine gewisse Wandlung in der Brutbiologie von *Anopheles maculipennis* vollzogen hätte. Durch die ausgedehnten Zerstörungen soll in dieser Stadt aus fast jedem Bombentrichter und jeder kleinen Wasseransammlung, in der *Anopheles maculipennis* normalerweise nicht zu brüten pflegt, ein produktiver Mückenbrutplatz entstanden sein.

Es wird bereits von WEYER (1939) hervorgehoben, daß Verschiebungen in der Stärke und Zusammensetzung von Populationen möglich erscheinen. In dieser Arbeit werden Naturereignisse (Überschwemmungen) für solche Verschiebungen verantwortlich gemacht. Inwieweit die Folgezustände des Krieges in der gleichen Richtung wirken können, wissen wir noch nicht. Es ist ja auch bekannt, daß die bei uns heimischen Mücken in anderen Gegenden völlig andere Brutgewohnheiten besitzen. *Anopheles bifurcatus,* der bei uns als Mücke des freien Geländes, besonders der waldigen Gegenden angesprochen werden kann, ist z. B. in Palästina eine Stadtmücke und ein Zisternenbrüter. Hier handelt es sich

---

[1]) Obwohl der *maculipennis*-Komplex zuerst in Rassen aufgeteilt wurde, von denen die Formen *atroparvus, messeae* und *typicus* in Deutschland vorkommen, erkannten verschiedene Autoren, besonders BATES, daß es sich um gute Arten handelt. BATES (1940) hat daraufhin eine neue Nomenklatur für diese „Rassen" vorgeschlagen. Obwohl ich mich seiner Meinung anschließe, behalte ich der Verständlichkeit halber in der vorliegenden Arbeit die bis jetzt gebräuchlichen Namen *atroparvus, messeae* und *typicus* noch bei.

um einen geographischen Brutplatzwechsel, der aber wahrscheinlich nicht bedeutet, daß die Ansprüche der Art grundsätzlich gewechselt haben.

Ein Nachprüfen dieser Verhältnisse in Hamburg schien jedenfalls erwünscht. Nach den mir zugegangenen Berichten sind in Berlin allerdings nur qualitative und nicht quantitative Untersuchungen gemacht worden. Die Zahl der vorhandenen Anopheln ist aber von ausschlaggebender Bedeutung für die Malariaepidemiologie, darüber hinaus auch die Verteilung der Arten der *maculipennis*-Gruppe oder der sogenannten Rassen.

Wir haben es uns darum zur Aufgabe gemacht, die Art der *Anopheles*-Brutplätze, ihre qualitative und quantitative Besetzung in Hamburg zu untersuchen. Dabei wurde auch der jahreszeitliche Wechsel der Besetzung berücksichtigt. Bei den Imagines interessierte besonders, wo sie ihre Blutmahlzeit halten, ob sie auch im Weichbild der Stadt überwintern oder jährlich von der Peripherie neu zufliegen. Die folgenden Ausführungen sollen diese Fragen zu beantworten versuchen. Daß hierbei eine Reihe neuer Fragen auftauchen, ist selbstverständlich. Diese könnten erst in späteren Jahren in einer notwendigen Nachuntersuchung des von mir durchstreiften Gebietes geklärt werden.

B. Methodik

Zunächst war es erforderlich, das zur Untersuchung vorgesehene engere Stadtgebiet Hamburgs kartenmäßig festzulegen. Dabei wurde berücksichtigt, daß im Rahmen dieser Arbeit nur die engeren Stadtbezirke und weniger die zahlreichen eingemeindeten Landkreise von Interesse sind. Der Umfang der Untersuchung mußte auch innerhalb der Größe bleiben, die von einem Einzelnen in einem Sommer mit genügender Gründlichkeit bewältigt werden kann.

Mit dem Tropeninstitut als ungefähren Mittelpunkt schlugen wir daher einen Kreis mit einem Radius von etwa 15 km. Hierdurch waren alle stark bevölkerten Stadtteile erfaßt. Ausgeschlossen blieben jedoch Finkenwärder und der Freihafen.

An Hand einer guten Karte (1 : 20 000 konnte zunächst ein Eindruck über die Verteilung der möglichen Larvenbrutplätze gewonnen werden. Durch systematisches Absuchen erfuhr dieser Eindruck meist eine Bestätigung. Teiche, Tümpel, Bombentrichter, Wasserlöcher, Löschteiche usw. haben wir, wenn sie einzeln vorkamen, alle untersucht. Wenn mehrere Wasserlöcher in ganz engem Raum lagen, erübrigte es sich jedoch, in jeder Wasseransammlung besonders zu schöpfen, da sie als gleicher Biotop anzusprechen waren. Aus Wasserläufen haben wir in größeren Abständen Proben entnommen, um einen Überblick über die Verteilung der Anophelen über den Lauf des Gewässers zu gewinnen, soweit es im Bereich unseres Untersuchungsgebietes lag. Jeder Bach galt in der Bewertung jedoch nur als eine Brutstelle, auch wenn Larven an verschiedenen Teilen vorkamen.

Auch die Untersuchungen der Imagines mußten aus Zeitmangel in einem beschränkten Rahmen gehalten werden. Wir haben daher die Fundplätze so gewählt, daß sie möglichst nicht weiter als 3 km auseinander lagen.

In den ländlichen Bezirken der Großstadt war es nicht schwer, geeignete Ställe als Fundplätze für die Imagines zu finden. Dagegen stießen wir in der dicht besiedelten Innenstadt auf begreifliche Schwierigkeiten. Das Statistische Landesamt Hamburg ließ uns in zuvorkommender Weise in die Viehzähllisten Hamburgs Einsicht nehmen. So konnten die Viehhalter der einzelnen Bezirke ermittelt werden; zusätzlich konnten wir aber bereits eine Vorstellung über die Beschaffenheit des Stalles und über Art und Zahl der gehaltenen Stalltiere gewinnen.

Äußere Umstände gestatteten es erst Mitte Juni 1947 mit den Untersuchungen zu beginnen. Die Fahndung nach Larven dauerte bis Ende Juli. Der August wurde den erwachsenen Mücken gewidmet, mit Ausnahme der letzten Tage, die der Nachuntersuchung der Larvenbrutplätze dienten. Anfang September wurde, bis auf die Überwinterungsuntersuchungen, das Protokoll abgeschlossen.

Gefangen wurden die Larven mit der üblichen Schöpfmethode. Um beim Errechnen der Larvendichte eines Gewässers möglichst brauchbare Zahlen zu erhalten, wurde angestrebt, über eine angemessene Fläche verteilt bis zu 10 Kellen an jeder Untersuchungsstelle zu schöpfen. Uferwuchs, Einzäunungen von Grundstücken und sonstige Hindernisse machten es jedoch oft unmöglich, diese Zahl zu erreichen. Durch Zählung der Larven in jeder Kelle konnte der Durchschnitt je Kelle und somit die Zahl der Larven je Quadratmeter g a n z g r o b errechnet werden.

Ausschlaggebend für die Beurteilung der Wichtigkeit eines Brutplatzes ist nicht die absolute Größe des Gewässers, sondern die Größe der bebrüteten Fläche, d. h. die Gesamtfläche der Algenwatten, Lemnabeete, Uferstrecken usw. Es war jedoch nur möglich, diese Zahl zu schätzen. Ein Vergleich der beiden soeben ermittelten Werte, d. h. der bebrüteten Fläche und Larvenzahl je Quadratmeter, ergab Aufschluß über den relativen Wert eines Gewässers als *Anopheles*-Brutplatz.

Zum Fang der erwachsenen Weibchen hat sich die am Tropeninstitut übliche Saugrohrmethode bewährt. Die Zahl der Mücken je Quadratmeter im Verhältnis zu der Größe des Stalles ergab Anhaltspunkte für die Dichte des Befalles in den Ställen. Um die Arten der *Anopheles maculipennis*-Gruppe zu bestimmen, ist es bekanntlich nötig, vollgesogene oder trächtige Weibchen zu fangen und legen zu lassen. Die Eier haben wir nach Weyers „Bestimmungsschlüssel für die *Anopheles*-Weibchen und -Larven in Europa, Nordafrika und Westindien" bestimmt.

Trotz großer Vorsicht beim Einsetzen der Mücken in die Ablager war es nicht zu vermeiden, daß eine gewisse Zahl von Tieren noch vor Eiablage verunglückte und somit für die Statistik ausfiel. Auf diese Sterblichkeit werden wir später noch einmal zu sprechen kommen.

C. Fangergebnisse

(A) Larven

1. Tabellarische Zusammenstellung der geprüften Brutplätze

Tabelle 1

Übersicht der geprüften Brutplätze und Fangergebnisse
(Nähere Erklärungen im Text)

Bezirk	Fundplatz	Art des Brutplatzes (Gewässer)	Größe der bebrüteten Fläche (qm)	Larvenzahl je qm	Index
		a) Unterlauf der Elbe			
St. Pauli	Planten u. Blomen	Becken	8	160	1 c
	„ „	Teich	600	20	3 a
Altona	Donnerspark	Bombentrichter	2	120	1 b
Ottensen	Haferweg	Teich	500	280	3 c
Flottbek	Ziegelei	„	400	13,3	3 a
Othmarschen	Friedrichstraße	„	500	240	3 c
	Paßenkamp	„	60	400	2 c
	Parkstraße	Fischteich	400	40	3 a
	Ernst August-Platz	Teich	100	1200	2 d
	„ „ „	„	100	1200	2 d

Bezirk	Fundplatz	Art des Brutplatzes (Gewässer)	Größe der bebrüteten Fläche (qm)	Larvenzahl je qm	Index
		b) Geest, nord-westlich Hamburg			
Stellingen	Vogt-Köln-Straße	Löschteich	60	200	2 c
Eidelstedt	Schnackenburg-Allee	Bach	Breite 20 cm	200	2 c
Lokstedt	Osterfeldstraße	Gartenteich (*Culex*)	40	320	2 c
	Salmstraße Umgbg.	Bombentrichter	2	800	1 d
	die Kollau	Bach	Breite 20 cm	360	2 d
	Döhrnstraße	Bach (viele *Culex*)	„ 40 „	80	2 b
	Kollaustraße	Graben	„ 20 „	80	2 b
		c) Bebautes Stadtgebiet westlich Alster			
Eimsbüttel	Park	Teich	100	600	4 c
	Weidenstraße	Kanal	30	40	2 a
Rothenbaum	Alte Rabenstraße	Löschteich	300	800 *Culex*	
		d) Alstertal			
Eppendorf	Martinistraße	Teich	60	40	2 a
	Schröderspark	„	100	160	2 b
	„Mühlenteich“	Bach	mehr als 400	120	3 b
	Eppendorfer Moor	Tümpel	?	ca. 280	5 c
	Inselstraße	Alster Altwasser	?	280	5 c
Gr. Borstel	Brabantstraße	„ „	1—8 Kanal	1000	5 d
	Skagerrakstraße	„ „	1—10 Kanal	400	5 c
Ohlsdorf	Brombeerweg	Teich	10	40	1 a
	„	Gießbecken	1	80	1 b
	Friedhof	Teich	200	80	3 b
		„	200	360	3 c
		„	300	80	3 b
		„	100	40	2 a
		„	200	80	3 b
		„	2	13,3	1 a
		„	250	160	3 b
		„	30	20	2 a
	Umgebung Bahnhof	Alster Altwasser	500	400	3 c
	„ „	Fluß	30	280	2 c
		e) Stadtzentrum			
Klostertor	Repsoldstraße (eine Stelle)	Kanal	8	80	1 b
	Bankskanal (vereinzelte Stellen)	„	3	13,3	1 a
	Schleusenkanal	„	?	13,3	1 a
	Kammerkanal	„	?	13,3	1 a
St. Georg	Hauptbahnhof	Teich	30	80	2 b
		f) Unzerstörtes Stadtgebiet östlich Alster			
Uhlenhorst	Kuhmühlenteich	Kanal	20	80	2 b
	Heinrich-Hertz-Str.	Teich	200	240	3 c
Barmbeck	Alter Teichweg	Kanal	800	440	3 c
	Habichtsplatz	Teich	15	800	2 d
	Bramfelderstraße	Bach	Breite 15 cm	200	2 c
	Schlanplatz	Teich	20	120	2 b
Winterhude	Bellevue	Kanal	100	520	2 c
	Blumenstraße (kleine Stellen)	„	?	13,3	1 a
	Rondeel	Teich	100	240	2 c
	Stadtpark	„	150	240	3 c

Bezirk	Fundplatz	Art der Brutplätze Gewässer	Größe der bebrüteten Fläche (qm)	Larvenzahl je qm	Index
	g) Unbebautes Stadtgebiet im Nordosten von Hamburg				
Bramfeld	Bramfeldersee	See	Breite 1 m	200	
	Teichstraße	Teich	800	440	3 c
	Swenland Ziegelei	„	600	120	3 b
Farmsen	Kleingartenkolonie 1	„	400	1600	3 e
	„ 2	„	1500	1600	5 e
	„ 3	„	600	1400	3 e
	„ 4	„	1500	480	5 c
	„ 5	„	2	—	1 a
	„ 6	„	2	—	1 a
	„ 7	„	800	800	4 d
	„ 8	„	200	400	3 c
	„ 9	„	1000	80	4 b
	„ 10	„	40	80	2 b
Wandsbek	Schiffbeck Schuttloch	„	500	280	3 c
	Tenfelder Moor	Teich u. Tümpel	?	600	5 c
	Nordmarkstraße	Bach	Breite 1,5 m	520	3 c
	Wandsbeker Gehölz 1	Teich	100	120	2 b
	„ „ 2	„	120	40	2 a
	Marienanlage	„	120	200	2 b
	Am Husarendenkmal	Becken	6	40	1 a
Horn	Bahndamm	Bombentrichter	4	600	1 c
	„	Graben	Breite 40 cm	120	2 b
	Brückenweg	„	„ 1 m	1000	2 d
	Legienstraße	Bombentrichter	7	320	1 c
	Rennbahn	Teich	40	200	1 c
Eilbeck	die Eilbeck	Bach	Breite 10 cm	200	1 c
	h) Zerstörter Stadtteil im Osten von Hamburg				
Hamm	Park	Teich	20	80	2 b
	Rückertsweg	Kanal	500	680	3 d
	Süderkanal	„	500	680	3 d
	Mittelkanal	„	500	680	3 d
Billw. Ausschl.	Billkanal (mögliche Stellen)	—	—	—	—
	Bille (nur kleine Stellen)	—	—	—	—
	Wasserwerk	Teich	1000	680	4 d
	Kaltehofe	Filterbecken	820	680	4 d
	4 weitere Becken	je Filterbecken	820	680	4 d
		Teich	1000	120	4 b
Moorfleth	Andreas-Mayer-Str.	Graben	Breite 1 m	120	2 b
	i) Marsch-Insel Wilhelmsburg				
Veddel	Brückenstraße links	Tümpel	40	400	2 c
	„ rechts	„	500	400	3 c
Georgswärder	Obergeorgswärder Deich	Graben u. Tümpel	70	200	2 c
	Obergeorgswärder Deich	Brackwasser	Breite 1 m	80	2 b
	Obergeorgswärder Deich	Wasserloch	3	2400	1 e
	Georgswärderwettern	Graben	Breite 2 m	1400	3 e
	Sperlsweg	Teich	60	280	2 c
	Bullett Warren	Graben	Breite 1 m	280	2 c
	Jenerseitenwettern	„	Breite 2 m	520	3 c

Bezirk	Fundplatz	Art der Brutplätze Gewässer	Größe der bebrüteten Fläche (qm)	Larvenzahl je qm	Index
	Bei der Windmühle	Teich	600	400	3 c
	Hohnartzdeich/ Bahndamm	Graben	Breite 2 m	520	3 c
	Siedenfelderweg 1	„	Breite 2,5 m	1200	3 d
	„ 2	„	Breite 2 m	800	3 d
	„ 3	„	Breite 1 m	1600	2 e
	Götjensorter Deich	Teich	20	120	2 b
	„ „	Bombentrichter	5	440	1 c
	Einlagedeich	Graben	Breite 2 m	400	3 c
	Altenfelderweg	„	Breite 3 m	400	3 c
	Stillhorner Deich	Teich	500	200	3 c
	Am Fibenrieck	Bombentrichter	15	680	2 d
	Brachstraße	Graben	Breite 2 m	520	3 c
Steinwärder	Hamburger Chaussee	„	Breite 2,5 m	360	3 c
	Hindenburgstraße	„	Breite 2 m	200	3 c
Wilhelmsburg	Parallelstraße	„	nur *Culex*		
	„	Bombentrichter	2	920	1 d
	König-Georgs-Teich	Teich	1500	400	5 c
	Kattwiek	Graben	Breite 1 m	1400	2 e
Moorwärder	Büderdeich	Teich	1000	520	4 c
	„ Nord	Graben	Breite 1 m	1000	2 d
	„ Einlagedeich	Teich	800	1000	4 d

2. Relative Bedeutung der Brutplätze

Die Brutplätze sind für die Beurteilung der *Anopheles*-Lage eines Gebietes von höchster Wichtigkeit. Die Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse derartiger Untersuchungen an den Hamburger Gewässern. Die Tabelle ist nach Buchstaben unterteilt, welche Stadtbezirke mit ähnlichem Charakter zusammenfassen. Diese Stadtteile reihen sich im Sinne des Uhrzeigers aneinander (Abb. 1). Eine solche Gruppierung nach landschaftlichen Merkmalen läßt sich allerdings nicht streng durchführen.

Aus der dritten Spalte der Tabelle ist zu erkennen, daß in allen Gebieten die Größe der bebrüteten Fläche in den dort vorhandenen Wasserstellen außerordentlich verschieden ist. Sie schwankt zwischen 1 qm und mehr als 1500 qm. Bei den meisten Brutplätzen der Stadt (rund 77) handelt es sich um kleine Teiche mit bebrüteten Flächen zwischen 10 und 800 qm. Ähnliche Verhältnisse treffen wir auch auf dem Land, wie aus dem umfangreichen Schrifttum zu ersehen ist (SCHUBERG 1927, KLOSE und EISENTRAUT, 1942, EICHLER, 1944, MARTINI, 1946, WEYER, 1938, u. a. m.). Über 50 % aller Brutplätze fallen in diese Gruppe.

Zahlenmäßig an zweiter Stelle (24) stehen die kleinen Gräben, „Bracks" und langsam fließende Bäche. Allerdings fanden wir den größten Teil dieser Gewässer auf der Insel Wilhelmsburg. Hier war es mir unmöglich, alle genauer zu erfassen. Im Gesamtgebiet nördlich der Elbe war dieser Typ dagegen nur mit einer Zahl von 10 vertreten.

An dritter Stelle folgt die Gruppe der kleinen und kleinsten Wasserlöcher, Bombentrichter, Fischbecken usw. (19). Da diese kleinen Wasser-

becken schwer zu ermitteln sind, wird ihre tatsächliche Zahl sicher wesentlich höher liegen.

Bebrütete Flächen von mehr als 800 qm sind verhältnismäßig selten, da mit einer solchen Größenzunahme auch die Gesamtwasserfläche wachsen muß. Eine derartige Flächenzunahme bringt es aber andererseits mit sich, daß der Wasserspiegel unruhig wird, und daß die zur Larvenentwicklung günstige Brutfläche wieder zurückgedrängt wird.

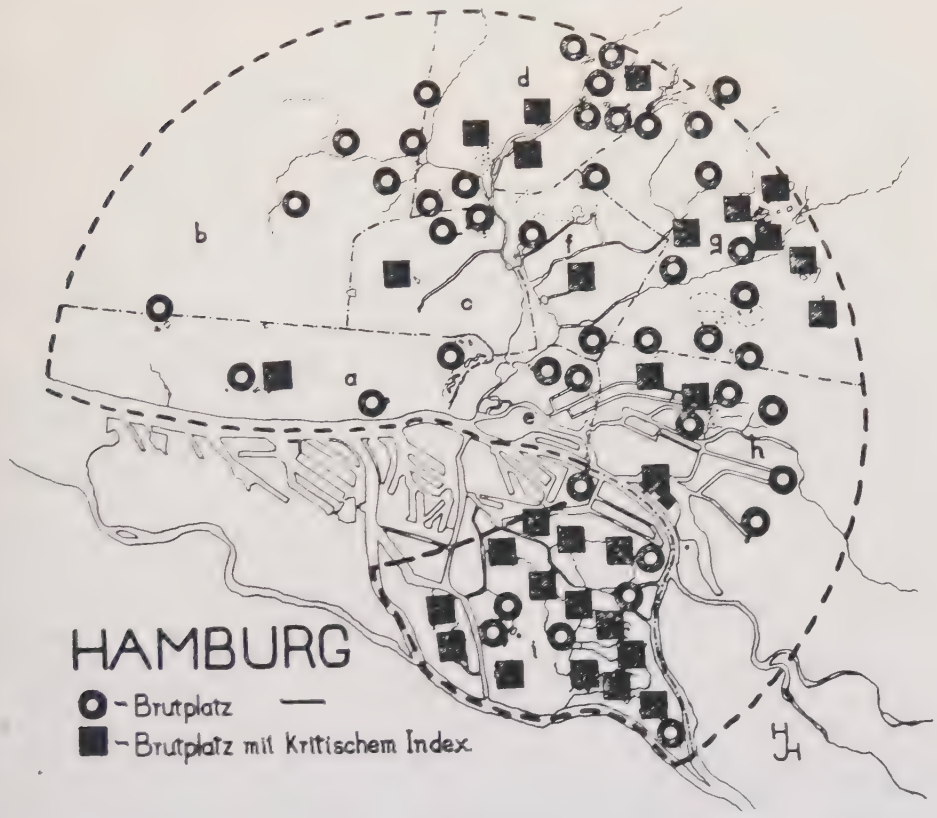

Abb. 1. *Anopheles*-Brutplätze von Hamburg. (Kritischer Index — Gesamtmückenproduktion über 200 000)

Seeartige Gewässer bilden also auch in der Großstadt keine Mückengefahr. Es waren erwartungsgemäß daher weder an der Binnen- noch an der Außenalster Larven zu finden.

Die Größenangaben der bebrüteten Flächen sind natürlich nicht als konstante Zahlen anzusehen. Sie schwanken nicht nur von Jahr zu Jahr, sondern, wie die Nachuntersuchungen gezeigt haben, auch erheblich im Verlaufe eines Sommers. Das trifft besonders dann zu, wenn eine Niederschlagsarmut auftritt wie 1947. Es können sich dann verschiedene Entwicklungen bemerkbar machen, die von der Vegetation des Teiches abhängig sind.

Durch das langsame Eintrocknen verringert sich die Gesamtwassermasse und der Oberflächenspiegel fällt. Die seichten Uferstellen vergrößern sich. Das Wasser wird wärmer. Es können sich Algenwatten über viel größere Flächen ausbreiten als unter normalen Umständen. Somit kann beim Beginn des Eintrocknens die bebrütete Fläche wesentlich größer werden. Dieser Zustand schreitet so lange fort, bis die Wassermenge zu gering, die Temperatur zu hoch und die Lebensbedingungen für Algen und Larven zu ungünstig geworden sind. Dann kann der Teich als Brutplatz ausscheiden.

Befinden sich kleine *Lemna*-Polster auf dem Wasser, so kann sich ihr Wachstum durch die günstigen Wetterverhältnisse so steigern, daß die gesamte Oberfläche in Kürze zugewachsen ist. Somit scheidet auch dieser Teich als Brutplatz aus. Da mehrere städtische Teiche *Lemna* enthielten, konnten wir diesen Vorgang einige Male verfolgen. In Nienstedten und Blankenese waren verschiedene Teiche schon im Juli völlig zugewachsen. Zwei von den Ziegeleiteichen in Farmsen boten ein ähnliches Bild. Der Teich im Schröderspark ist ebenfalls im Laufe des Sommers stark verwachsen.

Eine Entwicklung, wie sie soeben für Teiche während eines trockenen Sommers geschildert wurde, kann aber auch in beschränktem Maße bei Wasserläufen stattfinden. *Lemna*-Verwachsungen finden besonders dann statt, wenn die Strömung durch Wassermangel so nachgelassen hat, daß sich diese Pflanze halten kann.

Die 4. Spalte der Tabelle 1 zeigt, daß im allgemeinen im Beobachtungsgebiet die Larvenzahl, also die Populationsdichte, mittlere Werte zwischen 40—600 je Quadratmeter aufweist. Je näher man zum Stadtzentrum kommt, desto geringer wird die Populationsdichte je Quadratmeter. Die Gewässer in der Innenstadt enthalten fast nie mehr als 40 Larven je Quadratmeter. Die stark befallenen Brutplätze liegen aber nicht nur südlich der Altstadt im Marschgebiet, sondern sie sind fast überall an der Peripherie zu finden. Wir fanden dicht bevölkerte Gewässer in Farmsen und in Othmarschen, im Alstertal und in Georgswärder. Die Gründe für diese Verteilung sind sicher, abgesehen von dem Vorkommen größerer und besser geeigneter Brutplätze, die guten Unterschlupfmöglichkeiten für die Imagines und das in größerer Menge vorhandene Vieh.

Um einen Brutplatz richtig beurteilen zu können, ist es, wie bereits anfangs erwähnt, unerläßlich, die bebrütete Fläche mit der Populationsdichte je Quadratmeter in Beziehung zu bringen. An Hand der in Spalte 4 und 5 (Tabelle 1) aufgeführten Zahlen ist es möglich, die absolute Mückenproduktion je Generation für jeden beliebigen Brutplatz g r o b zu berechnen. Da solche Zahlen aber im Vergleich unbequem sind, haben wir für jedes Gewässer einen Index berechnet. Aus Tabelle 2 a ist ersichtlich, nach welchen Größen der Index gewählt wurde.

Tabelle 2a

Index-Berechnung

Fläche in qm			Index	Larvenzahl je qm			Index
1	—	10	= 1	0	—	40	= a
11	—	120	= 2	41	—	160	= b
121	—	800	= 3	161	—	600	= c
801	—	1200	= 4	601	—	1200	= d
1201	—	<	= 5	1201	—	<	= e

Tabelle 2b

Larvendichte nach Index berechnet *kursiv* = kritische Indices)

	a	b	c	d	e
1	0 — 400	1 600	6 000	12 000	< 12 000
2	4 800	19 200	*72 000*	144 000	< *144 000*
3	32 000	128 000	*480 000*	*960 000*	< *960 000*
4	48 000	192 000	*720 000*	*1 440 000*	< *1 440 000*
5	< 48 000	< *192 000*	< *720 000*	< *1 440 000*	< <

Wir sind uns darüber klar, daß es sich hier um sehr grobe Berechnungen mit zahlreichen Fehlerquellen handelt. Die bebrütete Fläche kann unter- oder überschätzt worden sein. Die Larvenverteilung kann stellenweise konzentriert sein („spotty" Cambournac 1939). Die Zahl der Larven entspricht nicht der Zahl der später schlüpfenden Imagines, da ein großer Teil der ersten Stadien nicht zur Verpuppung kommt usw. Das sind aber Fehler, die für alle Berechnungen gelten konnten und einem relativen Vergleich nicht im Wege stehen. Daß die Gewässer in Deutschland unter Umständen große Massen von Mücken produzieren können, hat auch Weyer (1938) festgestellt.

Bekämpfungsmaßnahmen gegen eine Mückenplage können nur dann rationell angesetzt werden, wenn das oben erwähnte Verhältnis zwischen Populationsdichte und bebrüteter Fläche bekannt ist. Besondere Aufmerksamkeit ist auf die Brutplätze zu richten, die im Laufe des Sommers ungezählte Massen von Imagines produzieren. Das sind unserer Meinung nach diejenigen, welche je Generation mehr als 200 000 Imagines hervorbringen. In Tabelle 2 b sind es alle Indices über 5 b und 2 e die eine Produktion von 200 000 Imagines und darüber andeuten. Diese Indices sind als die kritischen anzusehen.

Im nordwestlichen Stadtgebiet (Tabelle 1 b) und im Stadtzentrum (Tabelle 1 e) wurden derartige Zahlen überhaupt nicht, im Stadtgebiet westlich (Tabelle 1 c) und östlich (Tabelle 1 f) der Alster und im Unterlauf der Elbe (Tabelle 1 a) kaum erreicht. Diese kritischen Indices sind dagegen keine Seltenheit im unbebauten nordöstlichen Hamburg (Tabelle 1 g), im Alstertal (Tabelle 1 d), in den zerstörten östlichen Stadtteilen (Tabelle 1 h) und besonders auf der Insel Wilhelmsburg (Tabelle 1 i). Die Bedeutung der Marsch für die Malaria- und Anophelenplage ist ja seit altersher bekannt und unter anderem auch von Martini (1920) bereits untersucht worden. Er stellte fest, daß *Anopheles maculipennis* in der Marsch, an der Alster und Tarpenbeck häufig, auf der Geest dagegen selten ist. Sehr viele Anophelen fand er auch in Farmsen und Berne und in der Nähe der Ziegeleien.

Eine der wichtigsten Fragen, die bei all diesen theoretischen Erörterungen beantwortet werden muß, ist die, wieviele Menschen in einem beschränkten Raum einer bestimmten Zahl von Mücken ausgesetzt sind. In einer so stark zerstörten Stadt wie Hamburg, haben große Menschenverschiebungen stattgefunden. Größere Bevölkerungsmassen leben dicht zusammen, oft in Gebieten, die früher als unbewohnbar galten oder höchstens zum Wochenendaufenthalt dienten. Da sich Wochenendhäuschen meist in der Nähe einer Badeanstalt oder sonst eines Teiches oder Baches befanden, ist es nicht verwunderlich, besonders an solchen Stellen Siedlungen von Ausgebombten und Flüchtlingen zu finden. Solche Siedlungen haben oft eine beträchtliche Ausdehnung erlangt und sind nun zum Teil großen Massen von Anophelen ausgesetzt. Eine derartige Entwicklung hat besonders in Farmsen um die Ziegeleiteiche stattgefunden. Im Jenfelder Moor bietet sich ein ähnliches Bild. Hier kommt aber noch in viel größerem Maße die *Culex*-Plage zur Geltung als in Farmsen. Aber auch an den Altwassern im Alstertal ist die Lage nicht anders. Tabelle 3 gibt Auskunft über die Zahl der kritischen Indices jedes Stadtteiles, sowie über die jeweilige Bevölkerungszahl.

Tabelle 3

Bevölkerungsdichte einzelner Stadtteile und die Zahl der dort gefundenen Brutplätze mit kritischem Index. (Näheres im Text)

Stadtteil	Bevölkerungszahl	Zahl d. kritischen Indices
Unterlauf der Elbe	185 500	2
Bebautes Gebiet westlich der Alster	132 250	1
Unzerstörtes Gebiet östlich der Alster	158 900	3
Alstertal	137 900	6
Unbebautes Gebiet nordöstlich Hamburg	121 000	10
Insel Wilhelmsburg	56 000	18
Geest	40 300	0
Stadtzentrum	27 900	0
Zerstörtes Gebiet östliche Stadt	14 400	2

Man sieht, daß das Alstertal 137 900 Menschen und das unbebaute nordöstliche Stadtgebiet (mit Farmsen) 121 000 Menschen beherbergt. Die anderen mückenreichen Stadtteile, Wilhelmsburg und das zerstörte östliche Hamburg haben dagegen nur 56 000 bzw. 14 400 Bewohner. Die Stadtteile mit der größten Bevölkerungszahl besitzen nur ganz vereinzelte gefährliche Brutplätze. Hier ergeben sich unterschiedliche Verhältnisse zwischen Bevölkerungszahl und *Anopheles*-Ziffer, die für die Epidemiologie zweifellos von Bedeutung sind.

Die besonders befallenen Stadtteile sind aber nicht in ihrer ganzen Ausdehnung großen Mückenmassen ausgesetzt. Die wichtigen Brutplätze beschränken sich im wesentlichen auf ganz vereinzelte Bezirke. Im Alstertal handelt es sich nur um Alsterdorf und Eppendorf, im nordöstlichen Hamburg nur um Farmsen, Bramfeld und Wandsbek. Im Süden dagegen sind wohl alle Bezirke von Wilhelmsburg gleichmäßig befallen.

Zum Schluß noch einige Worte über das Verhältnis Geest und Marsch. Für unsere Zwecke genügt es, wenn wir den Begriff Geest nur für das westliche, nordwestliche und nördliche Hamburg (einschließlich Alstertal) anwenden. Es wurde bereits auf die Bedeutung der Marsch für die Anophelenplage hingewiesen. Auf der Geest sind, abgesehen vom Eimsbütteler Park, nennenswerte Brutplätze nur in Ottensen und Flottbek festzustellen. Das ganze nordöstliche Stadtgebiet ist sehr arm an Wasser und besonders an Brutgewässer. Selbst in Stellingen war es schwierig, geeignete Brutstellen zu finden, obwohl das Auffinden der Imagines in den Tierhäusern Hagenbecks keine besonderen Schwierigkeiten bot. Es liegt somit die Frage noch offen, wieviele Mücken aus der Umgebung, besonders von Finkenwärder her, in diese Gegend einfliegen oder durch den Wind eingetrieben werden.

3. Beschaffenheit der Brutplätze

Da wir uns vorwiegend mit den Stadtverhältnissen befaßt haben, müssen wir fragen, ob überhaupt ein grundlegender Unterschied zwischen Brutstellen der Stadt und des Landes besteht und, wenn ja, worin sich dieser Unterschied äußert. Wie sieht ein typischer „ländlicher" Brutplatz etwa in Schleswig-Holstein oder Ostfriesland aus?

Hier findet man die Larven in kleinen Tümpeln, Viehtränken, stillen Buchten oder kleinen langsam fließenden Gräben. Diese besitzen einen „horizontalen" Pflanzenwuchs, der zum größten Teil aus Algenwatten und nur wenig *Lemna* besteht. Das Wasser ist sauber, stark besonnt und nur stellenweise von Rohr und Schilf umrandet. Oft fehlt Rohr völlig. Handelt es sich um größere Teiche, so werden sich die Larven nur in ruhigen stark durchwachsenen kleinen Buchten finden. Kleine Gräben, „Bracks" und „Wettern", die durch ihre kurzen Grasbüschel die Larven gegen die Strömung schützen ohne die Sonnenstrahlen abzuhalten, sind ebenfalls beliebte Brutplätze. Abbildungen und Beschreibungen derartiger Brutplätze finden sich z. B. bei Weyer (1938).

Bis jetzt haben wir zwischen den bebauten und unbebauten Stadtgebieten unterschieden. Die Vermutung, daß wir entsprechend auch verschiedene Brutplatztypen unterscheiden können, gilt allerdings nicht immer. Es fragt sich daher, ob und wie sich der eine oder andere Stadtbrutplatz von einem „typischen" Brutplatz unterscheidet.

Ob man Anophelengewässer in den bebauten oder den ländlichen Stadtteilen untersucht, man wird immer wieder ein ähnliches Bild finden. Handelt es sich um einen Teich, dann ist das Wasser an vielen Stellen von mehr oder weniger dichtem Schilf, *Phragmitis* und *Iris* L. sowie *Potamogeton, Myriophyllum, Ranunculus aquatilis* L. u. dgl. umrandet. Das offene Wasser dringt aber teilweise bis an das freie Ufer vor. Vor dem Iris- oder Schilfgürtel liegen Algenwatten oder auch Beete mit Froschlöffel *(Alisma)* und verstreuter *Lemna* L. Ich habe auch vereinzelt *Equisetum*halme gesehen. Diese werfen wenig Schatten und bieten den Larven guten Schutz. Häufig findet man, daß das Ufergras bis in das

Wasser vorstößt. Steht es nicht zu dicht, dann wird man auch hier Anophelen antreffen. Wasserläufe sind meist am Ufer von Schilf oder

Abb. 2. Teich im Hauptbahnhof, Anophelenbrutplatz

Abb. 3. Osterbeckkanal, *Anopheles*-Brutplatz

größeren Graßbüscheln eingefaßt. Hinter diesen bilden sich immer wieder ruhige Winkel für die Larven. Gelegentlich sind diese kleinen Buchten so groß, daß sich Algenwatten darin entwickeln können. Meist

handelt es sich um *Spirogyra* und *Cladophora*. Es bietet sich also ein Bild, das wohl weitgehend mit den Brutplätzen echter Malariagebiete übereinstimmen kann. Selbst die Teiche am Hauptbahnhof (Abb. 2) und in „Planten und Blomen" machen keine Ausnahme. Dennoch ist es möglich, für eine ganze Reihe von Brutplätzen der bebauten Stadtteile kleinere Unterschiede herauszuschälen. Da diese meist Schmuckteiche oder künstliche Wasserbecken darstellen, ist die Wasseroberfläche sehr oft weitgehend durch das Vorhandensein von Seerosen beruhigt. Das Vorkommen von Rohr ist im allgemeinen seltener als in den ländlichen Stadtgebieten. Viele Wasserbecken, Löschteiche usw. enthalten überhaupt keine „vertikale" Vegetation, sondern nur „horizontale". Diese war allerdings in jedem Fall vorhanden, auch dort, wo die vertikale Vegetation gänzlich fehlte. Das konnte man besonders schon an den Fleeten am Klostertor und am Osterbeckkanal (Abb. 3) beobachten. Typische Brutplätze sind die Alsteraltwasser (Skagerrak-, Brabant-, Inselkanal). Hier findet man sehr ausgedehnte Algenwatten, die fast die ganze freie Wasserfläche bedecken. Nur am Ufer wächst Schilf. Auch die Farmsener Teiche zeigen große Algenflächen, in denen sich die Masse der Brut hält. Etwas Vegetation war in jedem Brutplatz vorhanden. Nur ein Brutplatz enthielt keine Algen, nämlich ein kleines Becken von 1 qm Größe in einem Blumenbeet. Sonst muß das Vorhandensein von Algenwatten als eine Grundbedingung für Vorkommen von Anophelenbrut angesehen werden. Fehlt diese Voraussetzung, dann brütet an solchen Stellen höchstens *Culex*.

Von den Wasserläufen in den bebauten Stadtteilen ist nur wenig zu sagen. Ich fand öfters, besonders in der Wandse, daß sich die Larven in Algenwatten von *Hydrodictum* entwickelten. Oft sieht man, daß Büschel von *Elodea canadensis* Rich. oder *Valesneria* die Strömung derart verlangsamen, daß sich *Anopheles*-Larven darin aufhalten können. Durch die Trockenheit im Sommer wurden große Wasserstellen in der Wandse, Tarpenbeck usw. so weitgehend stillgelegt, daß sich massenhaft Algen entwickelten und sich das Bild eines stehenden Gewässers ergab.

Es ist häufig darauf hingewiesen worden, daß *Anopheles* in klarem, sauberen und sonnigen Wasser brütet. Das konnten wir auch weitgehend für die ländlichen Stadtbezirke bestätigen. Besonders auffällig war ein Fall in Wilhelmsburg. Hier lief ein kleiner Graben, der, nach dem Uferbewuchs zu urteilen, für *Anopheles* durchaus geeignet schien. Das Wasser war jedoch schmutzig und schien Abfallstoffe von stromaufwärts gelegenen Fabriken zu enthalten. Hier fanden wir keine einzige Larve, 1 1/2 m daneben lag ein Bombentrichter von Algen dicht durchwachsen, sonst aber mit einem ganz ähnlichen Uferbewuchs wie der Graben. Das Wasser, obwohl stark durchwärmt, war völlig klar. In diesem Wasserloch fanden wir nicht nur große Mengen von Larven, sondern auch zahlreiche natürliche Feinde.

In den bebauten Stadtteilen liegen die Verhältnisse oft gänzlich anders. Das Wasser ist stark verschmutzt. Das haben wir nicht nur in

den Fleeten, die ja schwache Brutplätze darstellen, sondern auch in den verschiedenen Kanälen (Osterbeck-, Goldbeckkanal, Wandse, Kuhmühlenteich usw.) und selbst in der Alster beobachtet. Im Marienthal im Wandsbeker Gehölz fanden wir Larven in einem Teich, der so verschmutzt war, daß wir es fast für überflüssig hielten, hier zu schöpfen. Wo die Alster in die Außenalster mündet, ließen sich trotz günstiger Brutbedingungen keine Larven finden. Durch die Alsterschiffe wird hier ständig ein Ölfilm auf das Wasser gelegt. Diese Ölschicht liegt auf dem Wasser vieler Kanäle. Sobald aber durch Brückeneinsturz oder sonstige Hindernisse die Schiffahrt beschränkt ist, wird das Wasser meist ölfrei. Dann kann man an solchen Stellen auch Larven finden.

Wenn wir soeben von schmutzigem Wasser sprachen, so handelte es sich um ausgesprochen trübes und gelegentlich sogar schwarzes Wasser. Wasser, das durch Euglenen oder andere Flagellaten grün erscheint, aber keine Algenwatten aufweist, enthält auch keine Larven.

Im bebauten Stadtgebiet findet man häufig Wasserlöcher, die als Schuttabladeplätze dienen und allein durch diese Tatsache ein Bild bieten, daß von dem eines typischen *Anopheles*-Brutplatzes völlig abweicht. Zwischen Dosen, Eisenstücken und sonstigem Unrat fängt man die Larven zum Teil in völlig braunen Algen. Solche Brutplätze sieht man in Lokstedt, in Bramfeld, in Hamm, im Mühlenteich Altona u. a. m.

Untersuchungen über Temperaturverhältnisse der Brutplätze wurden erst verhältnismäßig s p ä t eingeleitet. Leider wurde dann auch nicht die unmittelbare Oberfläche gemessen, sondern die Temperatur in 10 cm Tiefe. Es wurden Temperaturen zwischen 15° und 21° ermittelt. Diese Temperaturen sind wahrscheinlich erheblich niedriger als die des reinen Oberflächenwassers. Bekanntlich entwickeln sich *Anopheles*-Larven in einem ziemlich breiten Temperaturbereich. Das Optimum liegt nach WARASI zwischen 20° und 26°, nach WEYER und HUNDERTMARK zwischen 26° und 30° und nach HECHT zwischen 22° und 29°. Konstante Unterschiede zwischen den Brutgewässern bebauter und unbebauter Stadtgebiete konnten wir nicht feststellen. Gelegentlich waren wir überrascht von den tiefen Temperaturen in Gräben bei Georgswärder. Hier waren, wahrscheinlich durch das hohe Grundwasser bedingt, Temperaturen von 18°—15° keine Seltenheit. Die Teiche in Farmsen zeigten eine Temperatur von 21°, ein völlig unbeschatteter Teich in der Marienanlage, Mariental, ergab 20,5°.

Wenn man nach umfangreichen Untersuchungen sämtliche Wasserstellen und potentielle Brutplätze vergleicht, dann kann man dieselben in vier Gruppen einteilen. Die e r s t e G r u p p e umfaßt alle natürlichen Gewässer, also solche, die mehr oder weniger unberührt schon seit Jahren vorhanden sind und eine Flora und Fauna aufweisen, wie man sie auch sonst auf dem Lande vorfinden kann. Wenn es sich um Teiche oder Gräben handelt, haben die Gewässer höchstwahrscheinlich schon immer Anophelen enthalten, vorausgesetzt, daß sie den Larven genügend Schutz gewähren. Derartige Brutplätze sind z. B. die Farmsener Teiche, das Eppendorfer Moor, die zahlreichen Teiche im Ohlsdorfer Friedhof und in Bramfeld, der Ententeich im Stadtpark, alle Gräben und „Bracks" auf der Insel Wilhelmsburg, das Jenfelder Moor usw. Der Teich am

Hauptbahnhof oder die Teiche in „Planten und Blomen" lassen vermuten, daß auch hier schon immer Anophelen gebrütet haben.

Die zweite Gruppe umfaßt Gewässer, die ebenfalls schon jahrelang bestanden haben, also keine „Kriegsfolgen" sind, die aber für irgendeinen wirtschaftlichen Zweck geschaffen wurden. Es sind dies z. B. die Kanäle, Fleete usw. Erst die Kriegseinwirkungen änderten ihren Charakter durch Einstellen der Schiffahrt, Verschüttung, Brückeneinsturz usw. Dadurch haben sich viele Stellen gebildet, die völlig ruhig liegen, vom Öl der Schiffe frei sind, und die auch nicht mehr gereinigt werden. So bildete sich eine Flora, die oft günstige Bedingungen für *Anopheles*-Larven bietet. Beispiele dafür sind der Osterbeckkanal beim Alten Teichweg (Abb. 3), der Kuhmühlenteich, Mittel- und Südkanal in Hamm, Nord-, Repsold-, Schleusen- und Kammerkanal in Klostertor u. a. m.

In allen Parkanlagen der Stadt ist der Bevölkerung Gelegenheit gegeben worden, Kleingärten anzulegen. Das Gelände und auch die als Schmuckbecken gepflegten Teiche wurden der Verwahrlosung preisgegeben. Man hat sie nicht mehr entkrautet, so daß auch hier günstige Brutbedingungen für *Anopheles*-Larven entstanden. Auch solche Brutplätze gehören in die zweite Gruppe; Beispiele dafür sind die Teiche vor dem Eppendorfer Krankenhaus, an der Heinrich-Hertz-Straße, am Schlahn- und Habichtsplatz. Hierzu können wahrscheinlich auch die vier zur Zeit stilliegenden Filterbecken der Hamburger Wasserwerke auf Kalte-Hofe gerechnet werden.

Die dritte Gruppe umfaßt alle durch Kriegsumstände neu gebildeten Gewässer, die sich dann rasch durch Verkrautung zu günstigen Brutplätzen entwickelt haben. In diese Gruppe fallen aber nicht nur die vielen Bombentrichter, die sich mit Grundwasser gefüllt haben, sondern auch einzelne Löschteiche. Im allgemeinen fanden sich jedoch in Löschteichen nur *Culex*-Larven. Wenn sich allerdings eine Flora von Algen usw. entwickelt hatte, so konnte man auch mit Anophelen rechnen. Nicht zu Ende geführte Tiefbauarbeiten hatten sich mit Grundwasser gefüllt und bildeten dadurch ebenfalls Brutzlätze. Beispiele sind die Bombentrichter rechts und links der Eisenbahnlinie nach Wilhelmsburg, ein Löschteich in Stellingen (Köln-Vogt-Straße) oder die Baustelle an der Brückenstraße auf der Veddel.

Schließlich kommt noch eine vierte Gruppe dazu; zahlreiche durch Kriegsumstände neu entstandene Wasserstellen, die aber überhaupt nicht oder bis jetzt noch nicht als Brutplatz geeignet sind. Bei weitem nicht alle Bombentrichter sind verkrautet und von Anophelen bevölkert. Viele Trichter stellen nur ein Schuttloch dar, Ablagestätten für Abfall mit völlig verschmutztem Wasser ohne jegliche Vegetation. Hierin wird man vergeblich nach Larven suchen. Ein ähnliches Bild bieten manche Löschteiche. Man findet hier höchstens *Culex*-Larven. Wir haben umsonst in den zahlreichen Regentonnen, Badewannen,

Becken usw., die man in der Nähe zerbombter Häuser oder Schrebergärten finden kann, nach Anophelen gefahndet, aber:

Fehlt die Vegetation, dann fehlen Anophelen.

Der Krieg hat also wohl eine Reihe von neuen Brutgewässern in Hamburg geschaffen. Es ist aber nicht zu einer Umstellung der Brutgewohnheiten der Anophelen gekommen, sondern nur zu einer Zunahme der Brutplätze.

(B) Imagines

Die Grenzen des Untersuchungsraumes für Imagines sind dieselben, wie sie bereits für die Larven angegeben wurden. Da die Untersuchungen erst Anfang August einsetzten, mußten wir uns in der uns noch zur Verfügung stehenden Zeit mit einem gröberen Übersichtsbild begnügen. Allerdings kann man diese Zeit als den Höhepunkt der Anophelendichte ansehen. Man ist bei derartigen Untersuchungen dem Zufall sehr stark ausgesetzt. Nicht jeder Stall, in dem die Mücken gefunden werden, zeigt die gleichen mikroklimatischen Verhältnisse. Die Zahl der in einem Stall gefangenen Mücken kann daher viel höher oder niedriger sein als im Nachbarstall. Ein falsches Bild von der artmäßigen Zusammensetzung der in einem Stall gefangenen Mücken kann auch dadurch entstehen, daß sich die Zahl der erhaltenen Gelege zugunsten der einen oder anderen *maculipennis*-Art verschiebt, weil bei weitem nicht alle Weibchen Eier gelegt haben. Nach HUNDERTMARK (1941) soll auch das Feuchtigkeitsoptimum bei *messeae* und *atroparvus* geringe Unterschiede aufweisen, so daß sich auch hierdurch Unterschiede in der Zusammensetzung der Populationen in den einzelnen Ställen ergeben können. In der Gesamtuntersuchung werden sich solche Zufälligkeiten aber zum Teil wieder ausgleichen.

Wir hatten bereits anfangs angedeutet, daß gewisse Schwierigkeiten mit dem Aufsuchen von geeigneten Ställen in der Großstadt verknüpft sind. Unter den heutigen Umständen ist es aber auch aus naheliegenden Gründen nicht immer möglich, trotz Ausrüstung mit Ausweisen, Zutritt zu den Ställen zu erhalten. So mußte mancher günstig erscheinende Stall übergangen werden.

Auf Tabelle 4 a sind die Ergebnisse der Untersuchungen bei erwachsenen Mücken zusammengestellt. Die Fangplätze sind, wie bei den Larven, ebenfalls nach neun großen Stadtgebieten eingeteilt. Jeder Bezirk auf der Tabelle entspricht meist einem Stall. Nur vereinzelt sind zwei Ställe in einem Ergebnis zusammengefaßt. Tabelle 5 enthält Angaben über die Tierhaltung sowie über die Mückendichte.

Der Stall gehört ja eigentlich nicht zum Bild der Großstadt. Daher sei zunächst etwas über die Beschaffenheit der „günstigen" Ställe vorausgeschickt, um dann einen Großstadtstall charakterisieren zu können.

Es ist außerordentlich schwierig, einen günstigen Stall zu charakterisieren. Außer den „faßbaren" Eigenschaften sind viele „nicht-

faßbare", abgesehen von der mikroklimatischen Komponente, in einem Stall vertreten. So sagt WEYER (1940) über die Fundplätze in Ostfriesland u. a.:

„... sitzen die Mücken zum weitaus größten Teil im Stall... Im Vergleich dazu sind die Mücken in den von Menschen bewohnten Räumen in Ostfriesland recht selten. Der engere Aufenthaltsplatz der Mücken in den Stallungen ist nicht bekannt. Ebensowenig, wie die Mücken auf einen Blutspender angewiesen sind, ebensowenig sind sie an bestimmte Stalltypen gebunden. Es ist schwer, die bevorzugten Aufenthaltsplätze richtig zu charakterisieren. In dunklen, etwas feuchten Ställen oder Stallecken mit niedriger Holzdecke sind die Mücken häufiger zu finden als in trockenen, hellen und luftigen Räumen mit hoher gemauerter Decke".

Tabelle 4a

Verteilung der *Anopheles*-Arten in Hamburg

Stadtteil	Gesamtzahl isolierter Mücken	Zahl der Gelege %	*messeae* %	*atroparvus* %	*typicus* %	*bifurcatus* %
a) Unterelbe	25	18	6 (33)	11 (61)	1 (5,57)	—
St. Pauli	—	—	1	1	—	—
Flottbeck	—	—	2	4	—	—
Othmarschen	—	—	3	6	1	—
b) Geest	46	17	7 (41)	3 (17,6)	7 (41)	—
Lokstedt	—	—	3 (42,8)	—	4 (57)	—
Stellingen	—	—	4 (40)	3 (30)	3 (30)	—
c) Bebaute Stadt westlich der Alster kein Ergebnis						
d) Alstertal	75	33	21 (63,6)	6 (18)	1 (3)	5 (15)
Gr. Borstel	—	—	10 (52,6)	6 (31,5)	1	2
Fuhlsbüttel	—	—	11 (78,5)	—	—	3
e) Stadtzentrum						
Klostertor	5	1	1	—	—	—
f) Östl. Alster	23	10	7 (70)	—	3 (30)	—
Winterhude	—	—	3 (75)	—	1	—
Stadtpark	—	—	3	—	2	—
Barmbeck	—	—	1	—	—	—
g) Nordosten	151	64	49 (76,5)	7 (10,9)	8 (12,5)	—
Eilbeck	—	—	5 (62,5)	2 (25)	1	—
Farmsen	—	—	7 (77,7)	1	1	—
Bramfeld	—	—	14 (93)	—	1	—
Wandsbek	—	—	18 (78)	2	3 (13)	—
Hamm	—	—	5 (55)	2 (22)	2 (22)	—
h) Osten (zerstört)	19	11	7 (63,6)	1 (9)	2 (18)	1 (9)
Billw. Ausschl.	—	—	—	—	—	—
i) Marsch (Wilhelmsburg)	91	27	14 (51,8)	12 (44)	—	1
Wbg. Süd	—	—	2	3 (60)	—	
Georgswärder	—	—	4	5 (50)	—	1
Veddel	—	—	2	4 (66)	—	
Moorwärder	—	—	6 (100)	—	—	
Hamburg (gesamt)	440	181 (41)	112 (61,8)	40 (22)	22 (12,1)	7 (3,8)

Tabelle 4b

Frühere Untersuchungen in Groß-Hamburg (WEYER 1938)

Stadtteil	Gesamtzahl isolierter Mücken	Zahl der Gelege %	*messeae* %	*atroparvus* %	*typicus* %	*bifurcatus* %
Langenhorn 1931 . .	—	—	—	5	—	—
Farmsen 1933 . . .	—	—	25 (89,2)	2 (7,2)	1 (3,6)	1
Wohldorf 1931—1933	—	—	62 (59,6)	36 (34,6)	6 (5,8)	6
Reitbrook 1931—1936	—	—	117 (91,4)	10 (7,8)	1 (0,8)	—
Horst 1931. . . .	—	—	—	45	—	1

Tabelle 5

Mückenfundplätze und Dichte des Befalls

Fundplatz	Stallart Besetzung mit Vieh	Dichte der Anophelen je qm
Fuhlsbüttel	Schafe	15
Farmsen	Kühe, Schweine	2
Bramfeld	Pferde, Schweine, Kühe	10
Stellingen	Zebu, Wasserbüffel, Schaf, Ziege	10
Billw. Ausschlag	Schaf	3
Wandsbek	Kuh, Pferd	30
Eilbek	Pferd, Schwein	6
Alsterdorf	Pferd, Kuh, Schaf, Schwein	6
Othmarschen	Schwein	4
Flottbeck	Schwein, Schaf, Kuh	2
Georgswärder	Schwein	30
Moorwärder	Schwein	20
Wilhelmsburg Süd	Schaf	10
Veddel	Schwein, Pferd	5 insgesamt
Altona	Schweine	keine Anophelen
Uhlenhorst	Pferde	2 im Stall
St. Pauli	Pferde	2
Klostertor	Schwein, Kuh, Pferd	7 im Stall
Hamm	Pferde	5
Gr. Borstel	Schwein, Rind, Pferd	50

Dieser Beschreibung eines „typischen" Aufenthaltsortes hätten wir nur noch das meist sehr starke Vorkommen von Spinnweben an solchen Örtlichkeiten hinzuzufügen. An oder in ihnen sitzen die *Anopheles* besonders dicht. Schließlich gehören zum Bild eines günstigen Anophelenstalles noch die Wände, die etwas hygroskopisch und schon lange nicht mehr geweißt sind.

Die Ställe der ländlichen Stadtteile entsprechen dieser Beschreibung. Die Mücken wurden, wie aus der Tabelle zu sehen ist, in Rinder-, Schweine-, Pferde- und Schafställen gefangen. Da man in den ländlichen Gegenden eine größere Auswahl hat, wird man von vornherein bevorzugt die Ställe aufsuchen, die dem „günstigen" Typus entsprechen.

In den bebauten Stadtteilen kann man nicht wählerisch sein, denn hier sind Stallungen nicht nur seltener, sondern auch schwerer zu finden. Die ganze Bauart der Stadt bringt es mit sich, daß die Ställe nicht alle für die Mücken wichtigen Voraussetzungen erfüllen können. Darüber hinaus handelt es sich meist um Pferdeställe. Sie sind oft

sauber, hoch, luftig, frisch geweißt oder nur zementiert. Brauereiställe, die meist große Zahlen von Pferden beherbergen, sind gewöhnlich in einem so mustergültigen Zustand, daß wir trotz gründlichem Suchen darin nie eine Mücke gefunden haben. Ähnliche Verhältnisse trafen wir in den Rennställen der Fermsener Rennbahn. Obwohl diese Ställe in unmittelbarer Nähe der umliegenden Brutgewässer lagen, konnten wir hier keine einzige Mücke entdecken. Gelegentlich findet man in der Stadt auch kleine Bretterverschläge als Ziegen- oder Schafställe. Sie erwiesen sich als recht geeignete Fangplätze, da sie eine tiefe Decke und viele Winkel hatten, feucht und auch ziemlich dunkel waren. Sehr günstig sind auch die dunklen, feuchten und warmen Schweinemästereien, die selbst im Zentrum der Stadt und nicht nur in unmittelbarer Nähe der Brutgewässer Mücken beherbergen.

Es wird von Ostfriesland angegeben, daß Mücken sich erst dann in Schweineställen anreichern, wenn im Sommer die Kuhställe leer sind und das Vieh Tag und Nacht auf der Weide steht. Dies sei also eine scheinbare Bevorzugung der Schweineställe (Weyer, 1938, 1940). Wir haben jedoch wiederholt gefunden, daß sich die Anophelen in einem Stall, der außer Schweinen noch andere Tiere beherbergte, besonders über den Schweineboxen ansammelten; wir konnten geradezu eine graduelle Abnahme der Anophelendichte von den Schweinboxen über die Rinderstände bis zu den Pferdeverschlägen feststellen. Sind nur Pferde vorhanden, so können sich auch hier reichlich Mücken finden. Dies scheint uns ein schönes Beispiel für Bevorzugung gewisser mikroklimatischer Bedingungen zu sein.

Ein großer Stall im Bezirk Klostertor enthielt 2 Schweine, 1 Kuh, und 10 bis 12 Pferde. Über dem Schweinestall saßen 5 Mücken, über der Kuh 2 und über den Pferden nicht eine einzige.

In einem Schafstall in der Nähe des Stadtparks standen 1 Schaf und 1 Jungschwein. 3 Weibchen saßen über der Schafbox, 7 über der Schweinebox.

In Lokstedt waren in einem Stall 3 Kühe und mehrere Schweine untergebracht. Die Mehrzahl der gefangenen Mücken saß auch hier über den Schweinen.

Im Eilbecker Krankenhaus haben wir mehr als 15 Mücken bei den Schweinen gefunden, dagegen nur 2 oder 3 bei den Pferden.

In Groß-Borstel konnte ich im Schweinestall eine Dichte von 50, im Pferdestall dagegen nur eine von 15 feststellen.

Wie bei den Larvenbrutplätzen, so muß man auch immer wieder bei den Ställen feststellen, daß gewisse äußerlich nicht erkennbare Bedingungen eine starke Anziehungskraft haben und somit ein als günstig zu bezeichnender Stall völlig anophelenfrei sein kann. In Alsterdorf suchten wir einen kleinen, dunklen und feuchten, mit Holz verschalten Schafstall vergeblich nach Mücken. Im Garten gegenüber stand ein ähnlicher Stall, der sich, wenn überhaupt, vom ersten nur durch seine etwas größere Durchlüftung unterschied. Darin saßen zahlreiche Mücken. In Wilhelmsburg fingen wir in einem Schweinestall nur 5 Tiere, obwohl er alle Eigenschaften eines günstigen Aufenthaltsplatzes für

Anopheles zu besitzen schien und dicht neben einem erst vor einer Woche ausgetrockneten Graben stand.

Tabelle 5 gibt auch Auskunft über die Anophelendichte in den einzelnen Ställen. Eine Beziehung zu den Brutplätzen läßt sich daraus nur bedingt ablesen. Wir erwähnten bereits, daß die Pferdeställe um Farmsen keine Mücken enthielten. Ob und wie stark Häuser und Wohnlauben befallen waren, konnten wir nicht feststellen. Möglicherweise haben wir die eigentlichen Aufenthaltsplätze für die Imagines hier nicht gefunden. Die Ergebnisse von Gr. Borstel und Fuhlsbüttel entsprechen allerdings den Befunden in den Brutgewässern der Alsteraltwasser und des Eppendorfer Moores. Der starke Befall in Bramfeld ist auf die Ohlsdorfer Teiche, den Bramfelder See und den Mühlenteich zurückzuführen. Ähnliche Verhältnisse liegen in Othmarschen vor, wo die Teiche nicht weit entfernt lagen. Die Ergebnisse von Wilhelmsburg, Georgswärder und Moorwärder mit der Unzahl von Gräben als Brutplätze entsprechen ebenfalls den Erwartungen. Überraschend waren dagegen für uns die Befunde in Wandsbek; der geringen Larvendichte, die wir in der Wandse festgestellt haben, entspricht nicht der starke Befall im Stall. Wahrscheinlich handelt es sich hier wieder um einen Stall mit besonders günstigen mikroklimatischen Bedingungen. Bemerkenswert ist auch, daß wir mitten in der Innenstadt, wo man eine sehr große Verteilung der wenigen Mücken erwartete, in einem Stall im Bezirk Klostertor bei der Hauptpost, 7 Anophelen fanden. Es ist nicht zu entscheiden, ob diese Tiere aus den Fleeten oder dem Teich am Philosophenweg stammten. Die relativ zahlreichen Mücken, die wir im Stall des Untersuchungsgefängnisses Hamburg-St. Pauli feststellen konnten, kamen wahrscheinlich alle aus den Teichen in „Planten und Blomen".

Ehe wir die Frage der Verteilung der *maculipennis*-Arten in Hamburg besprechen, sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Ergebnisse an verhältnismäßig wenigen Gelegen gesammelt wurden. Eiablagen konnten wir nur bei einer geringen Zahl der gefangenen Mücken erzielen. Die meisten gingen schon nach 2—3 Tagen ein, obwohl sie unter Bedingungen gehalten wurden, die sich zu anderen Zeiten bewährt hatten. Vielleicht ist hier die geminderet Widerstandskraft der Tiere auf die für viele Dipteren allgemein ungünstigen klimatischen Verhältnisse dieser Zeit zurückzuführen. Auffällig war, daß die Sterblichkeit mit anhaltender Trockenheit im August immer größeren Umfang annahm, so daß wir z. B. von den großen Fängen auf Wilhelmsburg nur sehr wenig Gelege erhielten. (Gefangen wurden auf Wilhelmsburg in jedem Stall fast 50 Tiere, davon sind aber bereits viele noch vor der Isolierung verendet.) Kollege Dr. LAVEN, der die gestorbenen Tiere untersuchte, stellte fest, daß von 12 Tieren 11 fast völlig entwickelte Eier besaßen. Fettspeicherung war noch nicht eingetreten. Eine andere, leider nicht genau protokollierte Beobachtung war das öftere Vorkommen von Gelegen, die selbst nach längerem Stehen sich nicht mehr auspigmentierten. Ob es sich hier um klimatische Einflüsse handelt, die diese Erscheinung hervorriefen, ist allerdings nicht nachgewiesen.

Wie aus der Tabelle 4 a zu ersehen ist, herrscht in Hamburg *messeae* mit 61,8 % vor, *atroparvus* steht an zweiter Stelle mit 22 %. *Typicus* (12,1 %) fanden wir noch häufiger als *Anapheles bifurcatus*

(3,8 %) Untersuchungen von Weyer (1938), die sich über den Großraum Hamburg erstrecken, zeigen ein ähnliches Bild (Tabelle 4 b), allerdings wird *typicus* als ein verhältnismäßig seltener Fund angegeben. Die Bestimmungen stammen aus den Jahren 1931—1936, heute liegen die Verhältnisse vielleicht anders. Auffällig ist die große Zahl von *typicus* in Stellingen und Lokstedt, die sicher nicht nur einen Zufallsbefund darstellen.

Von *A. bifurcatus* berichtet Martini (1920), daß er sie unter anderem häufig im Moorgebiet von Eppendorf, an den Borsteler Schießplätzen und beim Borsteler Jäger gefunden habe. Diese Feststellung konnten wir bestätigen. Darüber hinaus fanden wir *A. bifurcatus* vereinzelt in Georgswärder und Billw. Ausschlag.

Messeae ist in überwiegender Mehrheit in den Gebieten der Alster, Wandse, Osterbeck und Bille zu finden. Auf Moorwärder beherrscht sie das Bild völlig. *Atroparvus* ist dagegen nicht nur, wie zu erwarten, in der Marsch zahlreich, sondern auch auf der Geest in Gr. Flottbeck und Othmarschen zu finden.

Vereinzelte Untersuchungen, vorgenommen im Winter, ergaben, daß *Anopheles* auch im Stadtgebiet überwintert. Obwohl wir nicht die charakteristischen Massen ruhender Mücken vor Augen bekamen, fanden wir vereinzelte vollgesogene Weibchen in Pferde-, Rinder- und Schweineställen und auch ruhende Tiere an kühleren Stellen auf Heuböden. Die Mückendichte Hamburgs ist also nicht allein auf den Zuflug neuer Tiere von der Peripherie angewiesen.

D. Jahreszyklus und Generationswechsel

Verschiedentlich wurde bereits darauf hingewiesen, daß der Sommer 1947 außerordentlich abnorme klimatische Bedingungen bot, die sich auch in der Mückenentwicklung bemerkbar machten. Jede klimatische Abweichung von der langjährigen Norm hat einen tiefgreifenden Einfluß auf die Anophelenlage des betreffenden Jahres. Die Zahl der Generationen, die Vitalität der Mücken, die Dichte und viele andere Faktoren werden dabei beeinflußt.

In der Abb. 4 sind die Temperatur,- Luftfeuchtigkeits- und Niederschlagsverhältnisse des Sommers 1947 mit dem langjährigen Durchschnitt verglichen. Für die Temperatur sind die Tagesmittelwerte, für Niederschläge und Feuchtigkeit die Monatsmittelwerte in Millimeter bzw. Prozent angegeben. Es ist ohne weiteres zu erkennen, wie hoch die Tagesmitteltemperaturen über dem langjährigen Durchschnitt liegen. Sehr kraß ist auch der Unterschied im Verlauf der Niederschlagskurven. Die Luftfeuchtigkeit des vergangenen Sommers liegt ebenfalls unter dem Durchschnitt.

Wieweit ist hierdurch die Mückenentwicklung beeinflußt? Nach Martini (1946) verlassen die *maculipennis*-Arten in Norddeutschland die Winterquartiere im März oder April, die Weibchen sterben Ende

Mai/Anfang Juni ab. Der Gipfel der ersten Generation liegt Mitte Juni. Nach Beobachtungen von WEYER sind 1947 die ersten Anophelen später in den Ställen erschienen. Der März und auch die erste Aprilhälfte waren noch ausgesprochen kalt. Die Tagesdurchschnittstemperaturen für Anfang April lagen zwischen 3 °—10 °. Die Überwinterer verließen daher zumeist erst Ende April ihr Quartier.

Als Entwicklungsdauer gibt MARTINI (1946) folgende Daten an: 16—19 ° Wasserwärme 30½ Tage, 20—22 ° 18 Tage, 24—27 °

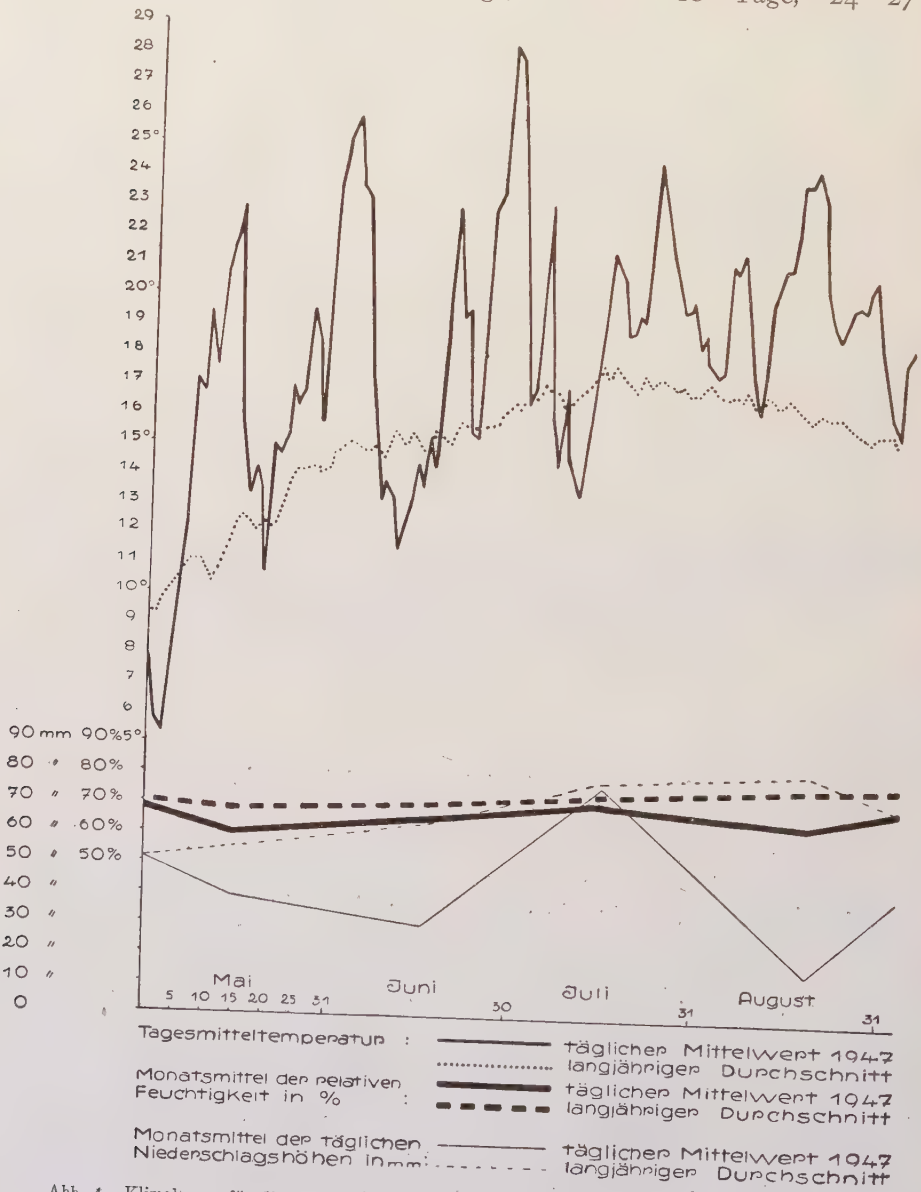

Abb. 4. Klimakurve für die Sommermonate von Hamburg (1947 und langjähriger Durchschnitt)

$14^1/_2$ Tage. In ruhig stehenden Algenwatten ist das stagnierende Oberflächenwasser vermutlich wesentlich wärmer als das Wasser in wenigen Zentimetern Tiefe. Abb. 4 zeigt die Tagesmitteltemperaturen der Luft. Es ist anzunehmen, daß das Oberflächenwasser vieler Brutstellen die Werte von 24—27° im Laufe des Sommers erreichte. Die ausgedehnte Bestrahlung der Sonne, verursacht durch die geringe Zahl der trüben Tage (Tabelle 6), hat wesentlich dazu beigetragen, die Wassertemperatur zu erhöhen.

Tabelle 6

Monatliche Zahl der trüben Tage

Monat	1947	langjähriger Durchschnitt
April	11	11,4
Mai	5	9,3
Juni	8	9,7
Juli	4	11,3
August	2	10,8
September	8	9,5

Im Laufe des Sommers wurde bei jeder Larvenfangstelle notiert, welche Larvenstadien am häufigsten geschöpft wurden, um dadurch einen Überblick über die Generationsentwicklung zu erhalten. Wie zu erwarten, ließ sich am Anfang des Sommers die Entwicklung der Stadien gut verfolgen, da in jeder Kelle meist nur ein bestimmtes Larvenstadium in überwiegender Zahl vorhanden war. Gegen Mitte Juli begannen die 4 Stadien sich schon zu überlagern. Tabelle 7 zeigt das Ergebnis dieser Untersuchung. Eine große Zahl von Mücken hat sich also sicherlich in weniger als 18 Tagen entwickelt.

Tabelle 7

Generationsablauf von *Anopheles* im Sommer 1947

Tag	1. Stadium	2. Stadium	3. Stadium	4. Stadium	Alle Stadien gleichviel	
15. 6.	—	2	2	—	—	
20. 6.	—	1	8	4	—	1. Generationsablauf
25. 6.	—	2	7	5	—	
30. 6.	11	12	1	1	2	
5. 7.	1	2	—	—	—	
10. 7.	1	2	1	1	1	2. Generationsablauf
15. 7.	5	4	4	1	3	
20. 7.	6	7	4	—	4	
25. 7.	8	20	11	1	15	3. Generationsablauf
30. 7.	1	—	2	—	6	
2.—18. 8.	—	Fang der Imagines		—	—	4. Generationsablauf
20. 8.	—	2	3	1	1	
25. 8.	—	6	6	—	—	5. Generationsablauf

Aus diesen Feststellungen läßt sich nun auch annähernd die Zahl der Generationen festlegen, die, wie vermutet, ebenfalls höher liegt als in anderen Jahren. Nach MARTINI (1946) sind im ganzen für Mittelitalien durchschnittlich etwa 5—7 Generationen im Jahr anzunehmen,

in Süddeutschland 2—4, in Norddeutschland 2—3. Uns scheint es nicht zu hoch gegriffen, wenn die Zahl der Generationen im Sommer 1947 mit fünf veranschlagt wird. Die Temperaturverhältnisse lassen es sogar möglich erscheinen, daß an vereinzelten Stellen noch eine sechste Generation zur Entwicklung gekommen ist.

Nach diesen Erörterungen sollte man vermuten, daß das Jahr 1947 ein gutes Anophelen-Jahr war. Wenn die Temperaturverhältnisse eine Vermehrung der Anophelen begünstigt haben, so haben aber andere Faktoren, insbesondere die geringe Luftfeuchtigkeit und die fehlenden Niederschläge die Entwicklung gehemmt (vgl. WEYER, 1947).

Die Untersuchungen HUNDERTMARKS (1938—1941) haben ergeben, wie sehr die Mücken von der relativen Feuchtigkeit und der Temperatur abhängig sind. Obwohl sich die drei *maculipennis*-Arten in dieser Beziehung verschieden verhalten, zeigen sie dennoch alle mit zunehmender Temperatur eine herabgesetzte Vitalität. Sinkende Luftfeuchtigkeit vermindert ebenfalls die Lebensdauer.

Die Luftfeuchtigkeit in Ställen wird von den Verhältnissen im Freien sicher nur unwesentlich beeinflußt. Dort kann sich die Mücke ihre optimalen mikroklimatischen Bedingungen auch selbst wählen. Da sie aber nicht nur im Stall lebt, werden die ungünstigen Feuchtigkeitsverhältnisse im Freien die Lebensdauer und Widerstandskraft stark herabdrücken; wir erwähnten bereits, daß die Sterblichkeit unter den zur Eiablage angesetzten Mücken außerordentlich hoch war und mit anhaltender Trockenheit besonders gegen Ende August immer noch anstieg. Wir führen diese hohe Mortalität auf die niedrige Feuchtigkeit zurück, und aus denselben Gründen dürfte auch die Lebensdauer der freilebenden Mücken verkürzt gewesen sein.

HUNDERTMARK wies nach, daß *typicus* am besten der Lufttrockenheit zu trotzen vermag und sogar bei 0—32 % Feuchtigkeit und 19 ° *atroparvus* und *messeae* überlegen ist. Vielleicht hängt damit auch die im Vergleich zu früheren Untersuchungen höhere Anzahl von *typicus* zusammen.

Die geringen Niederschläge haben sich dadurch nachteilig für die Anophelen ausgewirkt, daß zahlreiche Brutplätze austrockneten. Hierbei ist nicht nur die Brut eingegangen, sondern wahrscheinlich auch das Entstehen weiterer Generationen verhindert worden. Stichprobenartige Untersuchungen zeigten derartige Verhältnisse nicht nur in den „trockenen" Stadtteilen, wie z. B. am Habichtsplatzteich, sondern auch in der Marsch, wo in Veddel, Georgswärder usw. ein Teil der Brutplätze ausgetrocknet war.

Eine andere Frage, die klimatisch bedingt ist und noch genauer untersucht werden sollte, ist die, wieweit die Populationsdichte und Zusammensetzung in Flottbek und Othmarschen abhängig ist vom Einwehen aus Finkenwärder. Die Windbedingungen waren nicht nur im Sommer 1947 dafür günstig (Tabelle 8).

Tabelle 8

Durchschnittliche Verteilung der Windrichtung in %

	Sommer 1947 %	langjähriger Durchschnitt %
N	9	9,1
NE	13,75	8,5
E	6,37	8,3
SE	8,5	9,85
S	3,5	5,8
SW	5,1	18,4
W	17,5	19,05
NW	15,6	19,07
Windstill	9,5	1,65

Der Sommer 1947 hat sich aber nicht nur auf die *Anopheles*-Lage ausgewirkt. Die *Culex*-dichte ist zweifellos günstig beeinflußt worden. An den *Culex*-Brutplätzen konnte wiederholt eine ungeheuere Larvendichte festgestellt werden. Schöpfkellen mit über 800 *Culex*-Larven (geschätzt) waren meist die Regel. Auch aus vielen anderen Gebieten Deutschlands hörte man Klage über eine starke *Culex*-Plage, so z. B. aus Berlin, Würzburg und anderen Städten. *Aedes* dagegen konnte in Hamburg durch die starke Trockenheit überhaupt nicht zur Bedeutung kommen.

Auch unter den Fliegen hat sich das Klima zum Teil günstig, zum Teil ungünstig ausgewirkt. All die Fliegen, die an eine gesunde und üppige Flora gebunden sind, wurden in den öden Feldern stark dezimiert. Zum Teil verzogen sie sich auf kleine grüne „Oasen" in der Nähe von Stellen mit hohem Grundwasser oder in das Ufergrün eines Baches. Die meisten saprophytischen Fliegen konnten sich dagegen zu ungeheueren Mengen vermehren. Über Fliegenschwärme (Calliphoriden und Musciden) wurde uns auf unseren Untersuchungsfahrten von allen Seiten geklagt, allerdings mehr in den Randgebieten als im Zentrum.

An dieser Stelle seien noch einige angewandte biologische Beobachtungen mitgeteilt. Vergesellschaftet fanden wir *Anopheles maculipennis* mit *Dixa, Corethra,* Tentipediden und gelegentlich mit *Culex*. Wir haben aber nie gesehen, daß Gewässer mit zahlreichen Anophelen ebenfalls reichlich *Culex* enthielten. Aus dem Bramfelder See fließt durch Steilshop ein kleiner Graben. Dieser imponierte durch seine ausschließliche *Culex*-Fauna. Anophelen haben wir darin nirgends gefunden. Solche Beobachtungen konnte man gelegentlich auch auf Nord-Wilhelmburg machen. Ein kleiner Bach in Lokstedt dagegen enthielt viele *Culex* und nur stellenweise *Anopheles*. Ein Löschteich in Rothenbaum (Heimhuderstraße) muß die Ursache einer großen Plage gewesen sein. Große Mengen von *Culex* fanden wir auch im Jenfelder Moor. Viele Bombentrichter schienen für Anophelen ungeeignet, enthielten aber zahlreiche *Culex*. Im Bezirk Wilhelmsburg (Parallelstraße) lag dicht neben einem kleinen Graben ein Bombentrichter. Im Graben fanden sich große Mengen *Culex*-Larven, jedoch keine *Anopheles*. Der Bombentrichter dagegen wimmelte von Anophelenlarven, ohne *Culex* zu enthalten.

E. Besprechung und Auswertung der Ergebnisse

Im großen und ganzen waren *Anopheles*-Untersuchungen in Deutschland bis jetzt nur qualitativer Art. Quantitativ dagegen wurde nur bei

der Untersuchung über die Verbreitung der *maculipennis*-Arten gearbeitet. Zum Teil liegen die qualitativen Arbeiten ziemlich weit zurück (MARTINI, 1920, SCHUBERG, 1927). Soweit sich erkennen läßt, hat sich die Anophelenlage seitdem nicht grundsätzlich geändert. Es werden dieselben Teiche und Seen, Marschen und Niederungen angegeben, in denen wir auch zahlreiche Larven finden konnten. Die Untersuchungen WEYERS (1938, 1939) zeigen, daß sich auch quantitativ die Situation nicht wesentlich geändert hat, soweit es sich um die Verbreitung der drei *maculipennis*-Arten handelt. *Messeae* war damals und ist auch heute in Hamburg am stärksten vertreten, dann folgt *atroparvus* und schließlich *typicus*. *A. bifurcatus* hat sich früher und auch noch heute im wesentlichen an die Randgebiete der Stadt gehalten. Ob sich allerdings die Populationsdichte verändert hat, kann nicht gesagt werden. Anophelen hat es schon immer in Deutschland, auch in Berlin und Hamburg gegeben. Sie werden sicherlich auch weiterhin ein Bestandteil unserer Süßwasserfauna bilden. Nur ihre relative Häufigkeit kann von Bedeutung werden zur Beurteilung der Rolle, die sie in der Malariaepidemiologie spielen.

Für Hamburg als Großstadt spielt die Anophelenlage epidemiologisch keine Rolle. Wir haben gesehen, daß große Stadtteile, auch solche mit relativ dichter Bevölkerung, nur unwesentliche Brutplätze enthalten. Dort, wo *Anopheles* häufig vorkommt, handelt es sich meist um ländliche Bezirke mit Viehbestand. Es wird daher hier mit einer starken Stallablenkung zu rechnen sein. Schließt man sich der Ansicht an, daß *messeae* weniger für die Verbreitung der Malaria verantwortlich zu machen ist als andere Formen (HACKETT, 1935, SWELLENGREBEL und DE BUCK, 1938, WEYER, 1937), dann vermindert sich für Hamburg auch hierdurch die Malariagefahr. Es ist allerdings nötig, die Aufmerksamkeit auf drei Bezirke zu lenken, nämlich Farmsen, Jenfeld und das Gebiet der Alsteraltwasser. Wir erwähnten bereits, daß hier die Zahl der Mücken sehr groß war, und daß andererseits hier auch eine große Anzahl von Menschen auf engstem Raum zusammen leben. Das Ausbleiben von Malariafällen ist hier wohl nur auf das Fehlen von Gametenträgern zurückzuführen. Malariafälle, die von der Insel Wilhelmsburg gemeldet wurden, sind trotz der schon immer vorhandenen großen Zahl von Mücken nicht beträchtlich. Die Zahl der dort lebenden Menschen ist gering und die Stallablenkung wahrscheinlich hoch.

Wenn die allgemeine *Anopheles*-Lage für die Malariabewertung als unbedenklich angesehen werden kann, so muß doch gesagt werden, daß die Stechmücken in Hamburg — außer *Anopheles* auch *Culex* und eventuell *Aedes* — als allgemeine Plage immerhin eine große Rolle spielen. Schon aus hygienischen Gründen ist es nicht tragbar, in den oben erwähnten Stadtgebieten den Dingen ihren Lauf zu lassen. Zum Teil klagte die Bevölkerung stark über die Mücken, die sie nachts überfallen. Es ist festzustellen, daß sich in manchen Löschteichen und Luftschutzbunkern mitten in der starkbewohnten Stadt riesige Massen von *Culex* entwickeln. Diese Verhältnisse rechtfertigten in bestimmten Gebieten auf alle Fälle eine Mückenbekämpfung, besonders da sich viele Quellen des Übels mit

geringen und einfachen Mitteln beseitigen lassen. Löschteiche sollten entweder zugeschüttet oder mit Wasser völlig aufgefüllt werden, damit sie als Schwimmbecken dienen können. Unterirdische Wasseransammlungen oder Luftschutzbunker könnten mit einem insektiziden Mittel behandelt werden. Die Altwasser der Alster und viele Wasserlöcher und Bombentrichter könnten mit den im Überfluß vorhandenen Schuttmassen zugeschüttet werden. Zum Teil ist dies bereits geschehen, wenn auch nicht, um die Mückenbrutplätze zu beseitigen. Auf Wilhelmsburg sind viele Gräben mustergültig entkrautet. Wir konnten in keinem dieser Gräben Larven der Fiebermücke finden. Solches Entkrauten müßte auch in Hamburg vorgenommen werden, dort wo ein Beseitigen der Wasserstellen nicht möglich ist.

Im Rahmen des Wiederaufbaues und der Neugestaltung Hamburgs müssen großzügige Maßnahmen ergriffen werden, um die Stadt nicht nur malariafrei zu erhalten, sondern vor allem mückenfrei zu machen.

F. Zusammenfassung

Im Sommer 1947 wurden in Hamburg Untersuchungen durchgeführt, um die epidemiologische Bedeutung von *Anopheles* für die Verbreitung der Malaria festzustellen. Das Hauptaugenmerk richtete sich dabei auf die Brutplätze und die Zahl der darin enthaltenen Larven. Die Imagines wurden jedoch auch berücksichtigt. Die *Anopheles*-Brutplätze Hamburgs werden tabellarisch aufgeführt und Angaben über Beschaffenheit, Größe der bebrüteten Fläche und Zahl der Larven je Quadratmeter bebrüteter Fläche gemacht. An Hand der letzten beiden Angaben wird jeder Brutplatz mit einem Index versehen, welcher über die absolute Mückenproduktion des Gewässers Aussagen machen soll. Solche Indizes, die eine Gesamtlarvenzahl von mehr als 200 000 andeuten, werden als kritische Indizes bezeichnet und finden sich selbst bei Brutplätzen im Stadtinneren.

Für diese Darstellung wird Hamburg nach Besonderheiten des Landschaftsbildes in neun Gebiete eingeteilt. Alle untersuchten Brutplätze werden zu diesen Gebieten und der Zahl der Einwohner dieser Stadtteile in Beziehung gebracht. Farmsen und manche Teile des Alstertals betrachtet der Verfasser als gefährdete Bezirke.

Nach ihrer Beschaffenheit und Bedeutung lassen sich die Gewässer in folgende Gruppen einteilen.

a) Natürliche Gewässer — ständige Brutplätze.
b) Künstlich angelegte oder für wirtschaftliche Zwecke ausgebaute Gewässer — als Brutplatz ungeeignet.
c) Durch Kriegsumstände neu entstandene Gewässer die sich als Brutplatz eignen.
d) Durch Kriegsumstände neu entstandene Gewässer die für *Anopheles*-Brut ungeeignet sind.

Wenigstens geringe Mengen von Vegetation sind als absolute Voraussetzung für das Vorkommen von *Anopheles*-Brut zu betrachten. Geringe Mengen von Algenwatten sind dafür oft ausreichend.

Die Imagines sind im ganzen Bereich, selbst in der Innenstadt zu finden. Häufig sind sie dagegen nur an der Peripherie. Sie wurden hauptsächlich in Schweinemästereien, Rinder- und Pferdeställen zum Teil auch in Schaf- und Ziegenställen gefangen. Die untersuchten Tiere setzten sich aus 67,8 % *Anopheles maculipennis messeae*, 22 % *A. maculipennis atroparvus*, 12,1 % *A. maculipennis typicus* und 3,8 % *A. bifurcatus* zusammen. Vergleiche mit früheren Untersuchungen zeigen, daß sich das Bild zugunsten von *typicus* verschoben hat. *Atroparvus* wurde hauptsächlich in der Marsch und einzelnen Stellen auf der Geest gefunden. *Typicus*, dagegen, war nur in manchen Teilen der Geest häufig. In den restlichen Stadtteilen herrscht *messeae* vor.

Wenn auch die Überwinterungstiere nicht in großer Zahl gefunden wurden, zeigen die Fänge doch, daß Hamburg auf den jährlichen Zuflug neuer Mücken nicht angewiesen ist.

Die abnormalen klimatischen Bedingungen des Sommers 1947 haben die Entwicklung der Mücken stark beeinflußt. Durch die hohe Temperatur hat sich die Entwicklungszeit der Larven derart verkürzt, daß eine Zahl von fünf Generationen im Verlauf des Sommers möglich erscheint. Trotzdem haben geringe Luftfeuchtigkeit und Niederschlagsmangel die Vitalität der Mücken herabgedrückt, die Sterblichkeit erhöht, und Brutplätze durch Austrocknen beseitigt. Die relativ hohe Zahl von *typicus* läßt sich vielleicht durch ihre gesteigerte Resistenz gegen Lufttrockenheit eventuell erklären.

Es kann der Schluß gezogen werden, daß *Anopheles maculipennis* in Hamburg für die Malariaepidemiologie keine Rolle spielt.

Schrifttum

BATES, M., The Use of Salt Solution for the Demonstration of physiological Differences between the Larvae of Certain European Anopheline Mosquitoes. — Amer. J. Trop. Med. **19**, Nr. 4, 357—384, 1939.

CAMBOURNAC, F. J., A Method for determining the Larval *Anopheles* Population and its Distribution in Rice Fields and other Breeding Places. — Riv. d. Malariol. **1**, 17—22, 1939.

DE BUCK, und SWELLENGREBEL, Das Vorkommen von zwei verschiedenen Rassen des *Anopheles maculipennis* als Erklärung des *Anophelismus sine* Malaria in Niederland. — Verhandl. der Deutsch. Zool. Ges. 225—230, 1931.

EARLE, W. C., und HOWARD, H. H., The Determination of *Anopheles* Mosquito prevalence. — Bol. Asoc. d. Puerto Rico **28**, No. 10, 233—240.

EICHLER, W., *Anopheles*-Beobachtungen in Griechenland. — Deutsch. Trop. Med. Zeitschr. **48**, 261—272, 1933.

HACKETT, L. W., und MISSIROLI, A., The varieties of *Anopheles maculipennis* and their relation to the distribution of malaria in Europe. — Riv. d. Malariol. **1**, 3—67, 1935.

HECHT, O., Experimentelle Beiträge zur Biologie der Stechmücke. — Arch. f. Schiffs- u. Trop.-Hyg. **37**, 256—270, 1933.

HUNDERTMARK, A., Versuche und Beobachtungen über das Verhalten von *Anopheles maculipennis* bei verschiedener Luftfeuchtigkeit und Temperatur. — Zeitschr. f. Angew. Entom. **27**, 667—696, 1941.

Klosz, F., und Eisentraut, M., Über die Verbreitung der Malariamücke *Anopheles maculipennis* in der Provinz Brandenburg. — Öffentl. Gesundhd. **8**, 73—84, 1942.

Martini, E., *Anopheles* in Niedersachsen und die Malariagefahr. — Hyg. Rundschau **22**, 673—740, 1920.

— — *Anopheles* in der näheren und weiteren Umgebung von Hamburg und ihre voraussichtliche Bedeutung für die Volksgesundheit. — Abhandl. a. d. Geb. d. Naturwiss. **21**, 2—32, 1920.

— — Über die Ursachen mückenreicher und mückenarmer Jahre. — Zeitschr. f. Desinf. u. Gesundheitsw. **1**, 1—2, 1930.

— — Wege der Seuchen. — Stuttgart, Verlag Ferdinand Enke, 1943.

— — Lehrbuch der Medizinischen Entomologie. 3. Aufl. — Jena, Verlag Fischer, 1946.

Prell, H., Biologische Beobachtungen an *Anopheles* in Württemberg. — Zeitschr. f. wiss. Insekt. Biol. **13**, 242—272, 1917.

Schuberg, A., Das gegenwärtige und frühere Vorkommen der Malaria und die Verbreitung der *Anopheles*-Mücken im Gebiet des Deutschen Reichs. — Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamt **59**, 1—427, 1927.

Swellengrebel, N., On the Influence of the Wind in the Spread of *Anopheles maculipennis*. — Amer. J. Hyg. **10**, 419—434, 1929.

— — Observations Relatives a L'invasion par L'*Anopheles maculipennis* du polder de wieringen. — Bull. Health Organization of the League of Nations III, No. 16, 465—484.

— — Occurrence in Fresh and Brackish Water of the Larva of *A. maculipennis atroparvus* and *messeae* in some coastal Provinces of the Netherland. — Bull. Health Organization of the League of Nations V., Extract No. 3 280—352.

— — und de Buck, A., Malaria in the Netherlands. — Amsterdam, Scheltema & Holkema Ltd., 1938.

Ulmann, E., Die regulatorische Bedeutung der Bevölkerungsdichte für das natürliche Gleichgewicht einer Art. — Zeitschr. f. Angew. Entom. **28**, 1—60, 1941.

van Thiel, P. H., On Zoophilism and Anthropophilism of *Anopheles* Biotypes and Species. — Riv. Malariol. **1**, 95—124, 1939.

Warasi, W., Zur Biologie der *Anopheles*-Larve. — Arch. f. Schiffs- u. Trop.-Hyg. **35**, 336—345, 1931.

Weyer, F., Untersuchungen zur Rassenfrage bei *Anopheles maculipennis* in Nordwestdeutschland. — Ztbl. Bakt. Parasit. u. Inf. **127**, 398—417, 1933.

— — Die geographische Verbreitung der Rassen von *Anopheles maculipennis* in Deutschland. — Zeitschr. f. Parasit. **10**, 437—463, 1938.

— — Zur Frage der Konstanz in der Zusammensetzung natürlicher Populationen von *Anopheles maculipennis*. — Zeitschr. f. Parasit. **11**, 357—370, 1939.

— — Eistruktur und Rassen bei *Anopheles maculipennis*. — VII. Intern. Kongreß f. Entom. 1938, 1715—1722.

— — Malaria und Malariaübertragung in Ostfriesland. — Arch. f. Schiffs- u. Trop.-Hyg. **44**, 1—73, 1940.

— — Bemerkungen zur gegenwärtigen Malarialage in Deutschland. — Ärztl. Wochenschr. 1947.

— — Rassen von *Anopheles maculipennis* in Deutschland. — Zeitschr. f. Parasitenk. 1948.

— — und Hundertmark, A., Versuche über die Vorzugstemperaturen einiger Anophelen bei der Eiablage. — Riv. d. Malariol. **4**, 251—257, 1941.

Referate

Schneider-Orelli, O., Entomologisches Praktikum. 2. Aufl. 237 S. 117 Abbildungen. Verlag H. R. Sauerländer & Co., Aarau. Preis brosch. S. Fr. 10,— (in Deutschland DM. 9,—).

Mit der vorliegenden Schrift hat der auf unserem Gebiet weit über die Grenzen der Schweiz hinaus bekannte Verfasser ein entomologisches Praktikum geschaffen, das besonders die angewandte Seite des Faches berücksichtigt. Als Einführung für Studierende und zum Gebrauch bei Hochschulkursen und Übungen gedacht ist es — zum mindesten im Deutschen Schrifttum — der erste Versuch dieser Art. Daß er vollauf gelang und einem wirklichen Bedürfnis entsprach, beweist das rasche Erscheinen der zweiten Auflage, die in erweiterter Form der 1945 herausgekommenen Erstauflage folgte.

Inhaltlich behandelt ein einführender Abschnitt Hauptmerkmale und (etwas kurz!) Ökologie der Insekten, der morphologische Teil Präparationstechnik sowie in Form von Übungen an leicht zu beschaffendem Material alles Wesentliche zur äußeren und inneren Anatomie von Vollinsekt und Larve der einzelnen Ordnungen. Die Übungen zur Systematik, denen aus didaktischen Gründen erfreulicherweise ein vereinfachtes System zugrunde liegt, berücksichtigen ebenfalls nicht nur die Imaginalstufen, sondern auch die Larvenformen der einzelnen Ordnungen, was gerade im angewandt entomologischen Bereich besonders wichtig ist. Ihnen schließen sich biologische Übungen an, die den Hauptteil des Praktikums bilden. An ausgewählten Beispielen werden wirtschaftlich wichtige Formen aus Agrar- und Forstentomologie behandelt, Anweisungen zur Zucht und Anleitung zu Freilandbeobachtungen gegeben. Das Schwergewicht dieses Teiles liegt bei den Agrarschädlingen, an forstlichen Arten sind (leider) neben Schwammspinner nur einige Borkenkäfer und wichtigere Schnabelkerfe als Schulbeispiele herausgegriffen. Ein Schlußkapitel gibt eine Übersicht der wichtigsten Bekämpfungsverfahren und Richtlinien zur Prüfung chemischer Pflanzenschutzmittel. (Es wäre erwünscht, die bei uns üblichen Kontrollmethoden des Wirkungsgrades bei forstlichen Großkampfaktionen in diesem Zusammenhang bei einer Neuauflage ebenfalls zu erwähnen.) Eine für den Anfänger gedachte Literaturübersicht bildet den Beschluß. (Als Anregung für eine Neuauflage: ihre Ergänzung insbesondere in ökologischer Richtung erscheint angebracht. Ebenso eine Übersicht der wichtigsten Fachzeitschriften unseres Gebietes.)

Druck und Ausstattung des Buches sind hervorragend! Die Bebilderung bringt nur Originalzeichnungen, die sich durch außerordentliche Klarheit und feine Sachkenntnis auszeichnen, die die langjährige Lehrerfahrung des Verfassers verrät. Viele dieser Abbildungen eignen sich vortrefflich als Tafelvorbilder für den Hochschulunterricht.

Zwölfer, München.

Kotte, Walter, Krankheiten und Schädlinge im Obstbau. 2. neubearbeitete Auflage. 336 Seiten mit 213 Textabbildungen und 8 farbigen Tafeln. Verlag Paul Parey, Berlin 1948. Preis kart. DM. 24,—, geb. DM. 25,60.

Daß in verhältnismäßig kurzer Zeit eine zweite Auflage notwendig geworden ist, zeigt, daß das Buch den Zweck, den der Autor verfolgt hat, nämlich dem Praktiker einen zuverlässigen Ratgeber in allen Fragen der seine Obstkulturen gefährdenden Krankheiten und Schädlinge zu geben, erfüllt hat. Eine zweite Auflage war aber in diesem Fall nicht nur durch das Vergriffensein der ersten Auflage bedingt, sondern sie war auch wünschenswert geworden durch die Revolution, die die chemische Bekämpfung durch die Schaffung neuer synthetischer Insektizide erfahren hat, die uns neue, vor kurzem nicht geahnte Möglichkeiten eröffnen. Als der Referent das Buch studierte, war es ihm, als wanderte er durch ein Land, in dem alle seine Wunschträume, die er seit 5 Dezennien in sich

trug mit einem Schlag erfüllt seien. Es sei nur das Maikäferproblem herausgegriffen, das uns bis vor kurzem soviel Kopfzerbrechen gemacht hat: es ist heute fast hundertprozentig gelöst. Das E 605 hat „geradezu phantastische Wirksamkeit gegen den Maikäfer, so daß rechtzeitig durchgeführte Spritzungen die Obstbäume vor Maikäferfraß schützen", und außerdem ist es auch „gegen den Engerling hochwirksam, so daß das Problem der chemischen Engerlingbekämpfung sich augenscheinlich seiner Lösung nähert".

Auch die Forderung „Los vom Arsen", die der Referent nach den Erfahrungen in der Forstschädlingsbekämpfung stellte, ist heute durch die neuen Mittel fast völlig erfüllt, was von verschiedenen Gesichtspunkten aus nicht hoch genug zu werten ist.

Nachdem in den ersten beiden Kapiteln die wirtschaftliche Bedeutung des Pflanzenschutzes im Obstbau und die Ursachen der Schäden an unseren Obstpflanzen besprochen wird, werden die einzelnen Krankheiten und Schädlinge der verschiedenen Obstsorten behandelt, dabei werden zuerst die Symptome an der Pflanze und die Urheber der Beschädigungen beschrieben, und dann Bekämpfungsmaßnahmen angegeben, — alles nicht zu lang und nicht zu kurz, in einer klaren Sprache, zugeschnitten auf die Bedürfnisse des Praktikers.

Es folgt eine Beschreibung der Schutzmittel, der Vorsichtsmaßnahmen bei ihrer Anwendung, der Spritzgeräte und der praktischen Durchführung der Bekämpfung und endlich ein Bestimmungsschlüssel der wichtigsten Obstbaumkrankheiten und Schädlinge.

Zum Schluß wird auch kurz der biologischen Bekämpfung gedacht, wobei folgende Sätze angeführt seien: „Wichtig für den Obstzüchter ist, daß die Nützlinge für ihre Zwecke stets zu spät kommen." Und betreff des Vogelschutzes: „Die chemische Schädlingsbekämpfung kann niemals durch Vogelschutz ersetzt werden." „Der Vogelschutz ist aber eine wertvolle Ergänzung der chemischen Bekämpfungsverfahren." „Er soll neben der Spritzung in sachgemäßer Weise gepflegt werden. Er ist mehr eine Sache des Herzens und des Naturgefühls" — Sätze, denen der Referent voll und ganz zustimmt.

Der Text wird durch eine große Fülle von Bildern wirksam unterstützt. Die Ausstattung ist erstklassig, friedensmäßig.

Das Kottesche Buch ist eine ganz ausgezeichnete Leistung. Es ist nur zu wünschen, daß jeder Obstzüchter sich desselben recht fleißig bedient. Eine fühlbare Steigerung unserer Obsternte und damit eine wesentliche Besserung unserer Ernährungslage wird die Folge sein. K. E.

Suurküla, J., Durch Dipterenlarven verursachte Augenkrankheiten (Ophthalmomyiasis). — Mit 12 Tafelabbildungen und 2 Tabellen. Bücherei des Augenarztes. 13. Heft. 1942. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart. Preis geh. DM. 2,20.

Der Entomologe ist beim Lesen der Schrift zunächst etwas erstaunt, daß Augenerkrankungen durch eingedrungene Fliegenlarven gar nicht so seltene Ausnahmen sind, und daß bereits eine so umfangreiche Literatur (meist in medizinischen Zeitschriften erschienen) existiert (der Autor führt 123 Nummern im Literaturverzeichnis an). Es wurden bis jetzt 13 Dipterenarten festgestellt, deren Larven Ophthalmomyiasen verursacht haben: *Tachina spec.*, *Sarcophaga carnaria*, *Wohlfartia magnifica*, *Calliphora vomitoria*, *Chrysomyia macellaria*, *Cochliomyia hominivorax*, *Lucilia sericata*, *Oestrus ovis*, *Rhinöstrus purpurea*, *Hypoderma bovis*, *Hypoderma lineatum*, *Dermatobia cyanoventris*, *Gastrophilus intestinalis* und *Aphiochaeta xanthima* (Phoride).

Die Larven sitzen an verschiedenen Stellen des menschlichen Auges, im Bindehautsack, Tränensack oder im Inneren des Bulbus (in der vorderen oder hinteren Augenkammer, Ophthalmomyiasis externe oder interna). Über die Invasionswege sind die Meinungen geteilt. Die Mehrzahl der Autoren hält es für wahrscheinlich, daß die Larven auf direktem Weg ins Auge gelangen, nachdem sie die umgebenden Gewebe und den Bulbus durchbohrt haben. Hess dagegen meint, daß die Larve durch die Blutbahn ins Auge gebracht wird. Dem widerspricht aber die Feststellung, daß noch in keinem Fall eine Embolie der Arteria centralis retinae durch Dipterenlarven beobachtet worden ist. Bezüglich der geographischen Lage fällt auf, daß in Deutschland der Großteil der Fälle im Küstengebiet der Nord- und Ostsee beobachtet wurde. Von allen Dipteren ist *Oestrus ovis* am häufigsten an den Ophthalmomyiasen beteiligt. Nur in verhältnismäßig wenigen Fällen war eine Enucleatio des Bulbus notwendig, in einigen Fällen trat eine Atrophie des Bulbus, in den meisten Fällen aber nach Extraktion der Larven eine Heilung ein.

Eine interessante Schrift, die den Entomologen in ein bisher wenig berührtes Gebiet einführt. K. E.

Fritz Steiniger, Helmut Kroll, Taschenbuch der Schädlingsbekämpfungsmittel für Schädlingsbekämpfer und Drogisten. Husum 1948. Kieler Druckerei.

Durch dieses Buch ist endlich eine Lücke in der Literatur der allgemeinen Schädlingsbekämpfung gefüllt worden und sicherlich werden alle Fachkreise das Erscheinen eifrig begrüßen. In einer Fülle von Kleinarbeit ist es den Autoren gelungen das zusammenzutragen, ob gut oder schlecht, was dem Schädlingsbekämpfer an Mitteln zur Verfügung steht oder stand.

Durch den Versuch der Autoren, die Mittel nach ihrer Wirksamkeit zu kennzeichnen, ist dem Fachmann, der auch trotz bestem Bemühen nicht mehr in der Lage ist, die Unzahl der zur Verfügung stehenden Präparate zu kennen, wirksam unter die Arme gegriffen. Geradezu als abschreckendes Beispiel wirkt die Zahl der unzuverlässigen oder fragwürdigen Präparate und mahnt zu schärferer Disziplin seitens der Herstellerfirmen. Wenn auch das eine oder andere Mittel nach Mitteilung der Autoren nicht mehr hergestellt wird, so dürfte es doch als Ladenhüter immer noch auftauchen.

Durch ihre Einteilung der Präparate nach den enthaltenden Wirkstoffen deuten die Autoren einen Weg an, der in Zukunft allgemein verfolgt werden sollte: bereits auf dem Etikett neben dem Namen des Präparates auch die Wirkstoffbasis anzugeben. Es wäre zu begrüßen, wenn ohne wesentliche Verteuerung neben der Einteilung nach Wirkstoffen dem Buch ein Inhaltsverzeichnis nach Fachgebieten geordnet, z. B. Rattenbekämpfung, Fliegenbekämpfung, Wanzenbekämpfung usw. beigefügt werden könnte.

Möge das Taschenbuch großen Absatz finden, damit in Zukunft laufend weitere verbesserte und verbilligte Auflagen erscheinen können. Dr. H. J. Heinz

Weyer, F. und **Zumpt, F.,** Gesundheitsschädliche Insekten und Spinnentiere der warmen Länder. Erkennung, Bedeutung, Bekämpfung. 106 Seiten mit 20 Abbildungen. Zweite verbesserte Auflage. Hamburg, Tropenverlag Fr. W. Thaden, 1943.

Die vorliegende Schrift enthält eine Auswahl der wichtigsten Gesundheitsschädlinge der warmen Länder. Die Auswahl ist zwar vor allem auf Afrika abgestellt, doch da die abgehandelten Schädlinge eigentlich in allen warmen Gebieten der Erde vorkommen, wird die Schrift auch außerhalb des afrikanischen Kontinentes und selbst in den gemäßigten Zonen von Nutzen sein. Wie sehr die beiden Autoren mit ihrer einfachen, keine Vorkenntnisse voraussetzenden Darstellung das Richtige getroffen und einem starken Bedürfnis entgegengekommen sind, zeigt der rasche Absatz der 1. Auflage, der nach kaum 6 Monaten bereits die Bearbeitung einer neuen Auflage nötig machte. In ihr sind vor allem in dem Abschnitt über die Bekämpfung manche Änderungen durch die neueren Forschungsergebnisse notwendig geworden. K. E.

Madel, Waldemar, Wirtschaftsfeinde mit 6 Beinen. 94 Seiten mit 4 Tafeln und 1 Textabbildung. Weltkulturverlag Anton Hain, Meisenheim/Glan. 1948. Preis DM. 3,80.

Nach einer ganz kurzen Einleitung, die einiges über Bau und Entwicklung der Insekten gibt, folgen Schilderungen über einige willkürlich ausgewählte Schädlinge, von denen man in der letzten Zeit öfter spricht, wie Kartoffelkäfer, San-José-Schildlaus, Pharao-Ameise, Hausbock, Kornkäfer, Teppich- und Pelzkäfer usw. Die Schilderungen sind sehr anregend geschrieben, ja zum Teil sogar spannend, besonders da, wo das erste Schädlichwerden (durch Einschleppung aus einem fremden Land oder dgl.) beschrieben wird. Wenn der Autor im Vorwort sagt, er habe die aufgelockerte Art der einzelnen Beiträge gewählt, da diese mehr wirkt als die trockene Sachlichkeit, so hat er im Hinblick auf den Zweck der Schrift, die großen und wirtschaftlich so ernsten Fragen des Schädlingsauftretens und der Schädlingsbekämpfung einem großen Personenkreis näher zu bringen, vollkommen recht. In diesem Sinn ist die Madelsche Schrift sehr zu begrüßen, da die Bedeutung der Angewandten Entomologie noch lange nicht zum Allgemeingut unseres Volkes geworden ist. So ähnlich stellt sich der Referent die künftigen Schulbücher vor, deren Schaffung sich bald als Notwendigkeit erweisen wird. E. E.

Peters, Gerhard, Die hochwirksamen Gase und Dämpfe in der Schädlingsbekämpfung. I. Einführung und Allgemeiner Teil. 142 Seiten mit

80 Abbildungen und 15 Tabellen. Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Neue Folge, Heft 47a. Verlag von Ferdinand Enke, Stuttgart, 1942. Preis geh. DM. 9,40.

Wenn man die Primitivität unserer Kenntnisse und der Methoden bedenkt, mit der das Münchener Institut die erste Mühlendurchgasung in Heidingsfeld (1917) durch Frickhinger durchführen ließ, vergleicht mit dem hochentwickelten Stand der Gasbekämpfung, wie sie in dem vorliegenden Buch von Peters geschildert wird, so kann man sich nicht genug wundern über die ungeheueren Fortschritte, die in Theorie und Praxis der Gasbekämpfung in der letzten Zeit erzielt worden sind, und wie sehr die Einsicht in hohe volkswirtschaftliche und hygienische Bedeutung in dieser Zeit in der ganzen Welt und besonders auch in Deutschland gewachsen ist. Das Buch gibt eine klare und erschöpfende Übersicht über den heutigen Stand aller mit dem der Gasbekämpfung zusammenhängenden Fragen, die die Chemiker, Biologen, Ärzte, Verwaltungsbeamte u. a. interessieren, die Anteil an Wissenschaft und Praxis der Schädlingsbekämpfung zu nehmen haben. Es wendet sich auch „an die große Zahl der praktisch tätigen Schädlingsbekämpfer, welche ihren Beruf die fachliche Wissensgrundlage geben wollen, ohne die heute Schädlingsbekämpfung mit Gasen nicht mehr betrieben werden sollte. Schädlingsbekämpfung ist eine Wissenschaft geworden, die Sachkenntnis und Gründlichkeit verlangt."

Nach einer kurzen Einführung über Umfang und Bedeutung der Schädlingsbekämpfung werden die verschiedenen Durchgasungsverfahren behandelt: Großraumdurchgasung (Schiffsentwesung, Mühlendurchgasung, Nahrungsmittelbetriebe und Vorratslager, Kasernen, Baracken, Krankenhäuser), Kleinraumdurchgasung (Wohnungsdurchgasung, Entwesung von Kunstwerken), Eisenbahnentwesung, Getreideentkäferung, Pflanzenquarantäne, Gewächshausdurchgasung, Frühtreiben, Freilandarbeiten, Baumbegasung, Bekämpfung von Nagern und Bodeninsekten: Es folgt ein Abschnitt über die Auswahl der Durchgasungsmittel nach chemisch-technischen Gesichtspunkten: Gase, Dämpfe, Nebel, Zustandsformen der Materie, ferner eine Übersicht und Kritik der chemisch-technischen Eigenschaften von Gasen und Dämpfen zur Schädlingsbekämpfung. Und im letzten Abschnitt endlich werden die chemisch-biologischen Grundlagen der Schädlingsbekämpfung mit Gasen erörtert. Eine große Anzahl sehr instruktiver Abbildungen zeigen die Apparatur und Gaskammern usw., die zur Erforschung und zur Praxis der Durchgasungsverfahren Verwendung finden.

Das Petersche Buch bedeutet eine gute Einführung in das so kompliziert gewordene Gebiet der Schädlingsbekämpfung mit hochwirksamen Gasen, ohne die heute keiner der irgendwie mit Schädlingsbekämpfung dieser Art zu tun hat, auskommen kann. Zugleich stellt es ein treffliches Dokument für die überraschende Entwicklung der angewandten Entomologie in Deutschland dar. K. E.

Zander, E., Prof. Dr., Immen und Imkerei. (Ein Wegweiser zu den Quellen zeitgemäßer Bienenpflege und Bienenzucht.) 94 Seiten. 79 Abbildungen. E. Ulmer, Verlag, Stuttgart 1948.

Jedes neue Buch von Zander ist nicht nur für den praktischen Imker ein Ereignis, sondern für jeden Biologen, der über den Rahmen seines engeren Fachgebietes hinaus den Fragen der lebendigen Natur aufgeschlossen gegenüber steht. Die vorliegende, im 75. Lebensjahre des Verfassers erschienene Schrift bringt einen vorzüglichen Abriß vom neuesten Stand der Bienenkunde, -pflege und -zucht, zu dessen großartiger Höhe Zander selbst im Laufe seines arbeitsreichen Lebens die wertvollsten Beiträge lieferte, die ihm einen bleibenden Namen in der Geschichte der praktischen Bienenkunde sichern. Es sei hier nur auf die nach ihm benannte „Zanderbeute" verwiesen, die besonders in ihrer heutigen Magazinbeuteform mit Kippbetrieb das vollkommenste einer naturgemäßen und zugleich einfach zu handhabenden Bienenwohnung darstellt, an die Einführung des Karbollappens zur Bienenbändigung, die Pollenanalyse des Honigs (Zanders eigenstes Werk), die jede Honigherkunft und -fälschung zu bestimmen gestattet, an die Entdeckung der Nosema-Seuche, die eine der ersten Großtaten Zanders auf imkerlichem Gebiete war und vieles andere.

Das Büchlein enthält, jeweils mit Hinweisen auf das wichtigste Schrifttum, Abschnitte über Bau und Leben der Biene, sowie ihre Rolle im Haushalt von Natur und Mensch, über Wabenbau und Beute, über Bienenkrankheiten und -feinde, sowie Begegnungsmöglichkeiten und hygienische Maßnahmen, über praktische Bienenpflege in Form eines ausführlich gehaltenen Arbeitskalenders, endlich das Wichtigste über die Zucht hochwertiger Königinnen, die in der heutigen Imkerei eine wesentliche Rolle spielen.

Der leichtfaßlich geschriebenen Schrift, die der Verlag in dankenswerter Weise gut ausstattete, ist weiteste Verbreitung zu wünschen. Zwölfer, München.

Zander, E., Krankheiten und Schädlinge der erwachsenen Bienen. (Handbuch der Bienenkunde in Einzeldarstellungen II.) Vierte neubearbeitete Auflage. 152 Seiten mit 77 Abbildungen. Preis DM. 4,–.

Seit dem Erscheinen der 3. Auflage hat die Erkenntnis vom Wesen, Verlauf und von der Bekämpfung der Bienenkrankheiten manche Vertiefung erfahren und ist eine große Anzahl neuer Arbeiten hinzugekommen. Es war keine leichte Arbeit, sich durch diese umfangreiche Literatur hindurchzuarbeiten und dabei die Spreu vom Weizen zu scheiden. „Unter der Nachwirkung meines 70. Geburtstages habe ich zu aller übrigen Arbeit auch diese freudig übernommen, damit dieser Band auch weiterhin eine brauchbare Waffe gegen die immer bedrohlicher auftretenden Bienenkrankheiten bleiben möge", so schließt der Autor sein Vorwort. Das hier ausgesprochene Ziel ist voll und ganz erreicht. K. E.

Frickhinger, H. W., Leitfaden der Schädlingsbekämpfung. 396 Seiten mit 303 Abbildungen im Text und 8 mehrfarbigen Tafeln. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft m. b. H. Stuttgart. 1946.

Der große Anklang, den der Frickhingersche Leitfaden gefunden hat, hat den Verfasser veranlaßt, den Untertitel („für Apotheker, Drogisten, Biologen und Chemiker") fallen zu lassen. Das Buch hat seine Eignung erwiesen für alle jene Kreise, die sich mit Schädlingsbekämpfung und Pflanzenschutz zu befassen haben.

Die zweite Auflage ist wesentlich erweitert durch Berücksichtigung einer Reihe von Schädlingen, die in der ersten Auflage fehlten: Besonderes Augenmerk wurde auf die Verbesserung und Vermehrung der Bebilderung des Buches (die Zahl der Textfiguren stieg von 230 auf 303 und die der farbigen Tafeln von 1 auf 8) gelegt, wodurch die Anschaulichkeit des Textes wesentlich gehoben wurde.

Die neuen revolutionierenden Bekämpfungsmittel konnten, da sie noch nicht genügend erprobt waren, leider nur andeutungsweise erwähnt werden. Über diese wird in der nächsten Auflage, die, wie wir hören, bereits in Vorbereitung ist, eingehend berichtet werden. Das Buch ist für die große Praxis, die mit der Schädlingsbekämpfung irgend etwas zu tun hat, ein unentbehrlicher Führer und Ratgeber. K. E.

Neue Literatur

Eingesandt von Anfang 1943 bis Anfang 1949

Abderhalden, E., Archive der Deutschen Akademie der Naturforscher. Halle 1943.

Andersen, Karl, Determination in der Embryonalentwicklung. Festschrift Kardinal Faulhaber. 1949.

— — Ökologie und Pflanzenschutz. Geistige Arbeit **9**, 1942.

— — Der Hopfen- oder Maiszünsler (*Pyrausta nubilalis* Hübn.). Untersuchungen über Biologie, Ökologie und Bekämpfungsmöglichkeiten in Hopfengärten. 1. und 2. Mitteilung. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **20**, Heft 1 und Heft 11/12, 1942/43.

Ausschuß zur Rettung des deutschen Laubwaldes (Wilhelm Münker): Gerichtstag im Walde (Die Waldwesen klagen an) — Einfluß der Waldform auf Tier- und Vogelschutz — Um die Seele des deutschen Waldes.

Becker, Günther, Prüfung von Textilien auf „Termitenfestigkeit". Melliand, Textilberichte. Heidelberg 1942.

— — Sinnesphysiologische Untersuchungen über die Eiablage des Hausbockkäfers. Ztschr. f. vergl. Physiol. **30**, 1944.

— — Verfahren und Ergebnisse der Prüfung von Holzschutzmitteln gegen Insekten. Nachrichtenbl. f. d. dtsch. Pflanzenschutzdst. Jahrg. **1** (Neue Folge), 1947.

— — **Gasda, Georg** und **Theden, Gerda,** Versuche über den Vorgang der Schutzsalzeindringung in Holz und seine Abhängigkeit von der Luftfeuchtigkeit. Holzforschung, 1947.

— — Über Kastenbildung und Umwelteinfluß bei Termiten. Biolog. Zentralbl. **67**, 407—444, 1948.

Bergold, G., Über Polyederkrankheiten bei Insekten. Biolog. Zentralbl. **63**, 1943.

Blunck, H., Ameisen als Rosenschädlinge. Anz. f. Schädlingskde. **19**, 1943.

— — Die große Pflaumenlaus *Brachycaudus cardui* L. im Schutz der Rasenameise *Lasius niger* L. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **55**, 1948.

Börner, C., Die Grundlagen meines Lepidopterensystems. Verh. VII. internat. Kongr. Entom., Weimar 1939.

— — Parasitäre Spezialisation und pflanzliche Immunität nach Untersuchungen an der Reblaus. Ebenda.

— — Anfälligkeit, Resistenz und Immunität der Reben gegen Reblaus. Ztschr. hygien. Zool. und Schädlingsbek., 1939.

— — Neue Gattungen und Arten der mitteleuropäischen Aphidenfauna. Arb. physiol. und angew. Entom. **6**, 1939.

— — Neue Blattläuse aus Mitteleuropa. Selbstverlag, 1940.

— — Weitere neue europäische Blattlausarten. Veröffentl. aus dem Deutsch. Kolonial- und Übersee-Museum in Bremen **3**, 1942.

— — Die Anfälligkeit der Unterlagsreben gegen die Reblaus. Wein und Rebe, 1942.

— — Die Frage der züchterischen Bekämpfung der schwarzen Blattläuse der Kirschen. Ztschr. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **53**, 1943.

— — Blutlausimmune Naumburger Edelapfelzüchtungen. Ebenda.

— — Die ersten reblausimmunen Rebenkreuzungen. Angew. Botanik **25**, 1943.

— — Wirtswechsel der Schlupfwespe *Diospilus capito* zwischen den Larven von Rapsglanzkäfer und Kohlblattrüßler. Ztschr. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **52**, 1942.

— — und **Bramstedt, F.,** Über ein Freilandausleseverfahren auf Blutlausfestigkeit von Apfelsämlingen. Forschungsdienst, Organ der deutschen Landbauwissenschaft **7**, 1939.

— — und **Schilder, F. A.,** Untersuchungen zur Anerkennung von Unterlagensorten für den Pfropfrebenbau. Mittlg. Biol. Reichsanst., 1941.

Braun, W., Heutiger Stand der Bekämpfung der Maikäfer und Engerlinge. Schweiz. Landw. Monatshefte **24**, 1946.

Brauns, A., Der Nonnenfalter, ein forstlicher Großschädling in Fichten- und Kiefernrevieren, seine Überwachung und Bekämpfung. Verh. d. Naturforsch. Vereins in Brünn **75**, 1944.

Butovitsch, V., Untersökning över en härjning av videspinnaren (*Stilpnotia salicis* L.) i Västra-Uppland. (Untersuchungen über einen Fraß des Weidenspinners [*Stilpnotia salicis* L.] in West-Uppland.) Medd. Stat. Skogsförsöksanst. Häfte **33**, No. 4, 1943.
— — och **Menzell, G.,** Ytterligare bidrag till kännedom om sommarkonservering i skogen av obarkat och barkat talltimmer. Nordl. Skogsvårdsförbunds Tidskr., 1943.
Büttiker, W., Flugzeugbestäubung mit Gesarol gegen Maikäfer und ihre Auswirkung auf die Vogelwelt. Die Vögel der Heimat **18**, 1948.
Ceballos Gonzalo, Las Tribus de los Hymenopteros de Espana. Fortsetzung S. 113—160.
Dauberschmidt, K., Zur Flugzeugbekämpfung des Maikäfers. Forstw. Centralbl., 1944.
— — Flugzeugbekämpfung durch Flugzeugvernebelung. Ebenda, 1943.
De Wilde, J., De Koolvlieg en Zijn Bestrijding. Mededel. van de Tuinbouwvoorlichtingsdienst Nr. **45**, 1947.
Eggers, F., Erinnerungen an Julius von Kennel. Korrespondenzbl. des Naturforschervereins zu Riga **64**, 1942.
Entomologisk Tidskrift, Jahrg. **65**, Häfte 3—4, Stockholm 1944.
— — Jahrg. **68**, Stockholm 1948.
Eos, Revista espaniola de Entomologia **18**, 1942. Insituto espanol de Entomologia, Madrid.
Eymelt, Hans, Beitrag zur Kenntnis der Schmarotzer von *Vanessa urtilae* L. Mittlg. der Sammelstelle für Schmarotzerbestimmung (H. Stadler).
Festschrift zum 60. Geburtstag des Ministerialdirigenten im Reichsministerium für Ernährung und Landwirtschaft Ludwig Schuster. Ztschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, Heft 1—3, 1943.
Fenjves, Peter, Beiträge zur Kenntnis der Blattlaus *Myxus* (*Myxodes*) *persicae* Sulz., Überträgerin der Blattrollkrankheit der Kartoffel. Flawil, 1945.
Flachs, K., Über einige an der Humifikation des Mistes sich beteiligende Mücken und deren Larven. Prakt. Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz **20**, 1942/43.
Finnland, Suomen Hyönteistieteellinen Akakauskirja (Annales entomologici Fennici) **9**, Nr. 1, Helsinki 1943.
Fischer, H., Die kleine Fichtenblattwespe (*Nematus abietum* Htg.) im Forstamt Eichwald (Ostpreußen). Mittlg. aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft 1942.
Forsslund, K. H., Studier över det lägre djurlivet i Nordsvensk Skogsmark. (Studien über die Tierwelt des Nordschwedischen Waldbodens.) Medd. Stat. Skogsförsöksanst. 1934, Häfte **34**, 1, 281 Seiten.
Franz, J., Läßt sich die notwendige Fangbaumzahl bei Borkenkäferkalamitäten berechnen? Allg. Forstztschr. **24**, 1947
— — Neues zur Bekämpfung des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). Anz. f. Schädlingskunde, **21**, 1948.
— — Ökologische Beobachtungen am Buchdrucker (*Ips typographus* L.). Teil I. Zoolog. Jahrb., Abt Systematik **77**, 1948.
— — Über die Erfolgskontrolle beim Arbeiten mit begifteten Fangbäumen gegen Borkenkäfer. Allg. Forstztg. Nr. 12, 1948.
— — Über die Zonenbildung der Insektenkalamitäten in Urwäldern. Forstwissensch. Centralbl. **67**, S. 39—48, 1948.
Frickhinger, H. W., Hygiene und Vorratsschutz. Süddeutsche Apotheker-Zeitung, 1942.
— — Schädlingsbekämpfung für jedermann. 247 Seiten mit 175 Textabbildungen. 3. Auflage, 9.—20. Tausend. Leipzig, Helingssche Verlagsanstalt.
— — Nimmt die Zahl der Pflanzenkrankheiten und Schädlinge zu? Frankfurter Zeitung, 9. April 1943.
— — Schäden an Weidenkörben. Deutsche Lebensmittelrundschau, 1944.
— — Die San-José-Schildlaus und ihre Bekämpfung. Die Umschau, 1944.
— — Der Parkettkäfer und seine Bekämpfung. Der Schädlingsbekämpfer (Dtsch. Ges. für Schädlingsbek. in Frankfurt (Main), Septbr. 1948 (Neue Folge) Nr. 9.
Friederichs, K., Über den Begriff „Umwelt" in der Biologie. Acta biotheoretica **7**, 1943.
— — und **Stürm, H.,** Kiefernspanner und Bodenfeuchtigkeit. Mit Bemerkungen über die Kieferneule. Mittlg. aus Forstwirtsch. und Forstwissenschaft, 1942.
Frisch, K., von, Christian Konrad Sprengels Blumentheorie vor 150 Jahren und heute. Die Naturwissenschaften **31**, 1943.
— — Die Lenkung des Bienenfluges durch Duftstoffe. Deutscher Imkerführer **17**, 1943.
— — Versuche über die Lenkung des Bienenfluges durch Duftstoffe. Die Naturwissenschaften **31**, 1943.
— — Die Werbetänze der Bienen und ihre Auslösung. Ebenda **30**, 1943.

Frisch, K. von, Bericht über die am Münchener Institut eingeleiteten *Nosema*-Arbeiten zur Frage der Vorbeugungsmittel, der chemotherapeutischen Bekämpfung und des Beobachtungsdienstes. Deutscher Imkerführer **16**, 1943.
Fulmek, L., Wirtsindex der Aleurodiden- und Cocciden-Parasiten. Entom. Beihefte aus Berlin-Dahlem **10**, 1943.
Gäbler, Helm., Die wichtigsten forstentomologischen Arbeiten aus den Jahren 1939 bis 1941. Thar. Forstl. Jahrbuch **93**, 1942.
— — Nachwirkungen einer Detalbestäubung auf überlebende Nonnenraupen. Forstw. Centralbl. und Thar. Forstl. Jahrbuch, 1943.
— — Milbe als Eiparasit des Buchdruckers (*Ips typographus* L.). Nachrichtenbl. f. d. dtsch. Pflanzenschutzdienst **1** (Neue Folge), 1947.
— — Gefährdet eine Forstbestäubung die Fische? Nachrichtenbl. f. d. dtsch. Pflanzenschutzdienst **1** (Neue Folge), 1947.
Gartenbauschule Pillnitz, 25 Jahre Versuchs- und Forschungsanstalt für Gartenbau und Höhere Gartenbauschule Pillnitz/Elbe. Dresd. Verlagsges. KG. Dresden 1947.
Görnitz, K., Erfahrungen bei der Rapsglanzkäfer- und Fliegenbekämpfung mit Gesarol. „Festschrift Appel", 1947.
Gößwald, K., Das Straßensystem der Waldameisenarten. Ztschr. f. Morph. und Ökol. **40**, 1943.
— — Zur Beilegung der Meinungsverschiedenheiten über den Nutzen der roten Waldameise. Der Biologe **12**, 1943.
— — Ameisenhorste im Massenwechselgebiet von *Diprion pini* L. (Kiefernbuschhorenblattwespe). Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen **69**, 1943.
— — Die rote Waldameise und ihre Umwelt. Der Biologe **11**, 1942.
— — Art-, Rassenunterschiede bei der roten Waldameise. Naturschutz, Monatshefte der Freunde der deutschen Heimat **23**, 1942.
— — Zur Prüfung von Vorbeugungs- und Bekämpfungsmitteln gegen Termiten. Anz. f. Schädlingskde. **19**, 1943.
— — Holzgewinn durch Waldhygiene mittels Vermehrung der roten Waldameise. Der Deutsche Forstwirt 1944.
Gradojević, M., Allgemeine Übersicht über die Entwicklung der forstlichen Entomologie in Jugoslavien. Intersylva, Organe du Centre Internat. de Sylviculture **1**, 1940.
Großkopf, W., Entstehung und wirtschaftliche Bedeutung des Humus in einheimischen und tropischen Wäldern. Mittlg. d. Reichsinstitutes für ausländische und koloniale Forstwirtschaft **1**, 1944.
Günthart, E., Der Apfelblütenstecher und seine Bekämpfung mit Gesarol. Berichte über Pflanzenschutz. Chemische Fabrik Dr. R. Maag.
— — und **Hänni, H.,** Auch die „neuen Rapsschädlinge" können wirksam bekämpft werden. Schweiz. Landw. Monatsh. **25**, 1947.
Györfi, J., Die *Pissodes*-Arten Ungarns. Erdeszéti Kisérletek **44**, 1942. (Ungarisch und Deutsch.)
— — Ökologische Untersuchungen aus dem Leben der Hymenopteren. Erdeszéti Kisérletek **45**, 1943/44.
— — Die Ergebnisse meiner Schlupfwespenforschungen mit besonderer Berücksichtigung der Zwischenwirtsfrage. Erdeszéti Kisérletek **44**, 1942.
— — Die Bedeutung der ungleichaltrigen Mischbestände für den Forstschutz. Erdeszéti Kisérletek **47**, 1947.
— — Oriás fenyőhánczszú (*Dendroctonus micans* Kug.) Zalában. Der Riesenbastkäfer (*Dendroctonus micans* Kug.) im Komitate Zala. Erdeszéti Kisérletek **48**, 1948.
Härdtl, H., Erosion und Pflanzenwuchs an den Hängen des Weichseltales bei Pulawy. Berichte der Landw. Forschungsanstalt Pulawy **1**, 1944.
Heikertinger, Fr., Die *Phyllotreta*-Arten des indoaustralischen Faunengebietes (*Col. Chrysom. Haltic.*). Entomol. Blätter **38**, 1942.
— — Die *Phyllotreta*-Arten des ätiopischen Faunengebietes (*Col. Chrysom.*). Eine Bestimmungstabelle. Arb. morph. und taxonom. Entom. **10**, 1943.
— — Kann Kontinuität der Tiernamen mit der Prioritätsregel erreicht werden? Zool. Anz. **141**, 1943.
— — Wie arbeitet das Kontinuitätsprinzip in der Nomenklatur? Entom. Ztschr. **56**, 1942.
— — Das Nomenklaturproblem in Botanik und Zoologie. Berichte der Deutsch. Botan. Gesellschaft **41**, 1943.
— — Zur Nomenklaturfrage. Bericht über die Tätigkeit der Kommission zur vorläufigen Regelung der zoologischen Nomenklatur. Zool. Anz. **142**, 1943.

Hering, M. E., Schmarotzende Raupen. Mittlg. Sammelstelle f. Schmarotzerbestimmung. D.V.D.E.V. (H. Stadler). Entom. Ztschr., 1943.
Heske, Fr., Mechanische und organische Raumordnung. Jahrb. Gesellschaft europäische Wirtschaftsplanung usw., 1942.
— — Holzversorgung Europas. Mittlg. Reichsinstitut f. ausländische und kolon. Forstwirtschaft, 1944.
— — Waldzerstörung und Erosion in Algerien. Beiträge zur Kolonialforschung **5**, 1944.
Höfchen-Briefe für Wissenschaft und Praxis. „Bayer", Pflanzenschutz-Abteilung. Leverkusen 1948.
Hölldobler, K., Über das Gastverhältnis von *Atemeles* (*Col. Staph.*) zu *Myrmica* (*Hym. Form.*). Mittlg. Münch. Entom. Ges. **31**, 1941.
— — Die Ameisengrille (*Myrmecophila acervorum* Pz.) in Mainfranken. Entom. Ztschr. **54**, 1941.
— — Über ein parasitologisches Problem: Die Gastpflege der Ameisen und die Symphilieinstinkte. Ztschr. f. Parasitologie **14**, 1948.
— — Studien über die Ameisengrille (*Myrmecophila acervorum* Pz.) im mittleren Maingebiet. Mittlg. Schweiz. Entom. Ges. **20**, Heft 7, 1947.
Jahn, Else, Die Bodentiere des Waldes. Zentralbl. f. d. ges. Forst- und Holzwirtschaft **70**, Heft 1.
— — Die Polyederkrankheit und andere Ursachen des Massensterbens des grauen Lärchenwicklers im Jahre 1948. Mit 3 Bildtafeln. Nat. Beiträge z. Heimatkunde Kärntens. XII. Sonderheft der Carinthia II. Klagenfurt, Januar 1949.
Janecek, M., *Cyboecephalus politus* Germ., ein Feind der San-José-Schildlaus (*Coleoptera, Nitidulidae*). Arbeit physiol. und angew. Entom. **9**, 1942.
Janisch, E., Mischinfektionen bei Nonnenraupen. Arb. Physiol. und angew. Entom. Berlin-Dahlem **9**. 1942.
— — und **Roegner-Aust, S.**, Der Erreger der Polyederkrankheit bei Nonnenraupen. Nachr. Deutscher Pflanzenschutzdienst 1943.
Judenko, E., Bemerkungen über die Biologie und die Bekämpfung des Grünen Dickbauchs (*Gastroidea viridula* Deg.). Aus dem Institut der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements, 1943.
— — Vergleichende Versuche mit einigen Geräten zur Bekämpfung des Rapsglanzkäfers (*Meligethes aeneus* L.). Ebenda.
Kangas, Esko, Kuusikoiden Kuivumisesta Metsätuho-Ja Metsänhoidollisena Kysymyksenä. (Über die Vertrocknung der Fichtenbestände als Waldkrankheit-Waldbaufrage.) Helsinki 1946.
— — Eine neue *Megastigmus*-Art (*Hym. Chalcididae*) als Samenschädling an *Abies sibirica*. Suomen Hyonteistieteellinen Aikakauskirja. — Ann. Entom. Fennici **11**, 1945.
— — Biologische Beobachtungen und Züchtungsversuche an einigen Tenthrediniden (*Hym.*) II. Suomen Hyönteistieteellinen Aikakauskirja. — Ann. Entom. Fennici **11**, 1945.
— — Dasselbe III. Ebenda **12**, 1946.
— — Über die Gattung *Abia Leach (Hym., Tenthred.)* im Lichte ihrer europäischen Arten. Ebenda **12**, 1948.
Kaufmann, O., Über Reaktionen der schossenden Rapspflanze auf Rapsglanzkäferfraß und andere Schäden. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **52**, 1942.
Kélen, S. v., Einige Zahlen aus der Lebensgeschichte des Baumweißlings (*Aporia crastaetgi* L.), des Goldafters (*Euproctis phaeorrhoea* Don.) und des Ringelspinners (*Malacosoma neustria* L.). Aus dem Forschungsinstitut für Pflanzenschutz der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements, 1943.
— — Über brasilianische Mallophagen. Arb. Morphol. und taxon. Entom. **10**, 1943.
— — Bestimmungstabelle der Überfamilie *Trichodectoidea (Mallophage)*. Stett. Entom. Ztg. **105**, 1944.
— — Die wichtigsten Getreidefliegen und Getreideblasenfüße, deren Erkennung und wirtschaftliche Bedeutung. Berichte der Landwirtschaftlichen Forschungsanstalt des Generalgouvernements in Pulawy **1**, 1942.
Kirchner, H.-A., Weitere Versuche über den Einfluß des Lebensraumes auf die Stabheuschrecke (*Carausius morosus*). Anz. f. Schädlingskde. **18**, 1922.
Klatt, B., 30 Jahre Inzucht beim Schwammspinner. Zool. Anz. **144**, 1944.
Koch, Anton, Begriff und Bedeutung der Symbiose. Mikrokosmos **38**, 1948.
Koller, Gottfried, Der Stand der Hormonforschung. Wissenschaft der Zeit, 1948.
— — Rhythmische Bewegung und hormonale Steuerung bei den malphigischen Gefäßen der Insekten. Biol. Zentralbl. **67**, 1948.

Komárek, J., Forstentomologisches und andere Beobachtungen über das Tannensterben in Böhmen, Mähren und den Karpathenländern. Thar. Forstl. Jahrbuch **93**, 1942.
Konlechner, H., Dr. Fritz Zweigelt, 30 Jahre an der Klosterneuburger Lehranstalt tätig. Das Weinland, 1942.
König, Paul, Zum Geleit! Herrn Oberregierungsrat Dr. Friedrich Zacher zum 60. Geburtstag am 18. Juni 1944.
Kratochvil, J., *Argyresthia laevigatella* H.S. Acta Societat. Scient. Natur. Moravicae **15**, 1943.
Kuenen, D. J., Het Fruitspint en Zijn Bestrijding. Mededeelingen van den Touinbouwvoorlichtingsdienst Nr. 44, 1946.
Kuhn, W., Zur Bekämpfung der Fichtenborkenkäfer. Erfahrungen und Anregungen. Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen.
Kullenberg, B., Studien über die Biologie der Capsiden. Zoologiska Bidrag från Upsala **23**, 522 S. mit 25 Taf., 1944.
Kurir, A., Einflüsse abiotischer Umweltsfaktoren auf den Schwammspinner (*Lymantria dispar* L.) im Eistadium während der Winterdiapause. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen, 1943.
— — Karthographisch dargestellte Massenvermehrungsgebiete der Nonne (*Lymantria monacha* L.) in Österreich von 1888 bis 1946. Ebenda.
— — Wichtige forstschädliche Insekten. Wien 1947.
— — Die Massenvermehrungsgebiete des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) in Kroatien. Schriftenreihe des Südostinstitutes für Wald- und Holzforschung der Hochschule für Bodenkultur. Wien 1944.
— — Schrifttumsnachweis über die angewandte und theoretische Entomologie Kroatiens. Ebenda.
— — Zur Biologie des *Pteromalus puparum* L., Parasit der *Pieris brassicae* L. Zentralbl. f. d. ges. Forst- und Holzw. **70**.
— — Eiablage und Ausschlüpfen der Eiraupen des Baumweißlings (*Aporia crataegi* L.). Zentralbl. f. d. Gesamtgebiet der Entom. **1**, 1946.
— — Ursache und Entstehung von Insektenkalamitäten. Allg. Forst- und Holzwirtsch.-Ztg. **57**, 1946.
— — Nagekäfer (*Anobiidae*) als technische Schädlinge des verarbeiteten Holzes. Das wirtschaftliche Sägewerk. Wien 1946.
— — Massenauftreten der Nonne (*Lymantria monacha* L.) in den östlichen Alpen (Steiermark). Allg. Forst- und Holzwirtsch.-Ztg. **57**, 1946.
— — Waldstation für Nonnenforschung und -bekämpfung. Ebenda.
— — Moderne Schädlingsbekämpfung in der Land- und Forstwirtschaft. DDT-Nervengift für Insekten. Ebenda **58**, 1947.
— — Auftreten der Buchenblattbaumlaus (*Phyllaphis fagi* L.) auf der Rotbuche in Weidlingbach und Umgebung im Jahr 1946. Ebenda.
— — Buchdrucker (*Ips typographus* L.) — Kalamität im Raume von St. Valentin und Amstetten 1946/47. Ebenda.
— — Lärchenwickler (*Semasia diniana* Gn.) — Gradation in Kärnten 1947. Ebenda.
— — Zerstörungswerk der Nonnenraupen in den Gebirgswäldern der Nordsteiermark. Natur und Tecknik, 1947.
Läuger, P., Martin, H. und **Müller, P.,** Über Konstitution und toxische Wirkung von natürlichen und insektentötenden Stoffen. Helvetia Chimica Acta, Vol. XXVII.
Lindemuth, K., Auftreten von Pflanzenkrankheiten und Schädlingen. Vergleichende Übersicht über die Stärke des Auftretens in den Jahren 1937 bis 1942. Wochenblatt der Landesbauernschaft Schleswig-Holstein **10**, 1943.
Lindner, Helmut, Dringlichkeitsantrag an den Bayerischen Landtag zur Errichtung eines Staatskommissariats für Schädlingsbekämpfung zur Sicherung der Bayerischen Ernährungswirtschaft. Januar 1948.
Locust control by Aircraft in Tanganyika. By L. Gunn, H. A. F. Lea, D. H. Botha, S. Callaway, J. R. Clackson, A. Immelman, J. J. Taljaard and J. Ward. Anti-Locust Research Centre. London 1948.
Lotmar, Ruth, Die Metamorphose des Bienendarms (*Apis mellifica*). Beiheft 10 zur Schweiz. Bienen-Ztg. H. 1, 1946.
Maag, A. G., Versuche und Erfahrungen zur Maikäfer- und Engerlingbekämpfung mit Hexachlor-cyclohexan-Präparaten 1948. Technischer Orientierungsdienst Maag Nr. 18 (14. 2. 1949).
— — Pflanzenschutz und Schädlingsbekämpfung im Obstbau, Weinbau, Gartenbau und Feldbau. — Mittlg. der Dr. R. Maag A. G. Dielsdorf-Zürich Nr. 75, 1949.
Maag, R., Schädlinge an Zierpflanzen. Verlag Chemische Fabrik Dr. R. Maag. Zürich 1947.

Maag, R., Schädlinge unserer Kulturen und ihre Bekämpfung. Ebenda.
— — Mitteilungen der ehem. Fabrik R. Maag, Dielsdorf-Zürich Nr. 46 (Dez. 1944).
Malac, A., Nova Chalcida z Moravy. Eine neue Chalcide aus Mähren. Folia entom. **6**, 1943.
Marcus, Harry, Un Organo de estridulacion en Hormigas y Termitas. Folia Universitaria. Bolivia 1948.
— — Los Estados Biologicos. Ebenda.
— — Estructuras Singulares de *Dinjapyx Marcusi* (Silv.). Ebenda.
— — Los Organos de Copulation de *Acromyrmex*. Ebenda.
— — De la Evolucion de los Organos Respiratorios en los Insectos Holometabolicos. Ebenda.
— — La Embriogenesis de *Aethalion*, Termitas y Hormigas con una Comparacion de la Anatomia de los Insectos y Vertebrados. Ebenda.
— — En la altitud se aumonta el Tejido del Pulmon. Ebenda.
— — El Calor y los insectos. Ebenda.
— — Nota suplementaria sobre la polimorfia y castracion. Ebenda.
— — La variacion de altura melanotica de *Camponotus conspicuus*. Ebenda.
— — En la altitud se aumenta el Tejido del Pulmon. — Folia Universitaria Nr. 2. Cochabamba 1948.
— — Sobre organos de sentido dudoso, quizas higrometros. Ebenda.
Martin, Henri, Contribution a l'etude des Silphes de la bettetave en Suisse. Bern 1945.
Meyer, E., Weitere Untersuchungen zur Rapsglanzkäferbekämpfung mit chemischen Mitteln. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **53**, 1943.
Menzel, R., Über das Vorkommen freilebender und semiparasitischer Nematoden an den Wurzeln der Weinreben. Verh. Schweiz. Naturforsch. Gesellschaft, 1942.
— — Neue Untersuchungen an der Reblaus. Schweiz. Ztschr. f. Obst- und Weinbau **52**, 1943.
Merkenschlager, F., Phytopathologisches Kolloquium zur Gattung der Kohlgewächse (Pflanzenschutz-Repetitorium für Fortgeschrittene). Weihenstephan 1948.
— — Pflanzenschutz im Obstbau. Examensfragen I. (Wurmstichdiagnostik). Weihenstephan 1947.
— — Pflanzenschutz im Obstbau. Examensfragen II. (Zur Diagnostik der Läuseschäden.) Weihenstephan 1947.
— — Das Gesarol und die Hexaschutzmittel im Obstschutz. (Examensfragen III.) Ebenda.
— — Schmetterlinge als Obstschädlinge (Obstschutz). (Examensfragen IV.) Ebenda.
— — Käfer als Obstschädlinge. (Examensfragen V zum Obstschutz.) Ebenda.
— — Apfel-Examen im Obstkeller (Diagnostik der Lagerkrankheiten). Examensfragen VIII zum Obstschutz. Ebenda.
— — Im Grenzland der Pomopathologie. (Examensfragen XII zum Obstschutz.) Weihenstephan 1947.
— — Pflanzenschutz-Repetitorium für Fortgeschrittene. Vergleichende Phytopathologie der gärtnerischen Leguminosen. Weihenstephan 1948.
— — Zur Pathologie der Gurkenverwandtschaft. Ein Zwiegespräch. (Pflanzenschutz-Repetitorium für Fortgeschrittene.) Ebenda.
Minkiewicz, St, Die Apfelgespinnstmotte (*Hyponomeuta padellus* ssp. *biol.´malinellus* Zell. (Morphologie, Biologie und Bekämpfung). Ber. d. Landwirtsch. Forschungsanstalt des Generalgouvernements in Pulawy **1**, 1942.
Morstatt, H., Krankheiten und tierische Schädlinge der Nutzpflanzen Afrikas (unter Mitwirkung von D. Horst Klaus). „Afrika" Band VIII, S. 553—700, mit 54 Textabbildungen. Berlin, Walter de Gruyter & Co., 1942.
Morgenthaler, O., Das jahreszeitliche Auftreten der Bienenseuchen. Beihefte zur Schweiz. Bienen-Ztg. **1**, Heft 7, 1944.
Neuheiten auf dem Gebiet des Pflanzenschutzes. Herausgegeben von der Biol. Reichsanstalt, Zweigstelle Wien **36**, Folge 5 und 6.; **37**, Folge 1—8, 1943 und 1944.
Niklas, Ottfr., Die Weiterentwicklung des Stäubeverfahrens in der Malariabekämpfung seit 1931. Tropenhyg. Schriftenreihe Heft 10, 1943.
— — Die Lebensweise der Raupenfliege (*Parasetigena segregata* Rond.) in der Rominter Heide im Hinblick auf eine biologische Bekämpfung der Nonne. Monogr. z. angew. Entomologie Nr. **15**, 1943.
— — Schlupfwespen und Nonne in der Rominter Heide 1933—1936. Ebenda.
— — Die Wirkung der Nonnenbegiftung auf die Kerbtierwelt. Ebenda.
— — Schmarotzer und Nonne in der Rominter Heide 1933—1937. Tharandter Forstl. Jahrbuch **93**, 1942.
Nolte, H. W., Neue Erfahrungen zur Dykschen Nonnenanlockungsmethode. Zentralbl. f. d. ges. Forstw. **66**, 1944.

Nolte, H. W., Freilandversuche mit Delicia-Stäubemitteln, Forststäubol II u. III gegen Nonnenraupen. Thar. Forstl. Jahrbuch **92**, 1941.
— — Sammelfehler beim Probeeiern zur Nonnenprognose. Ebenda **93**, 1943.
Palmén, E., Die anemohydrochore-Ausbreitung der Insekten als zoogeographischer Faktor. Mit besonderer Berücksichtigung der baltischen Einwanderungsrichtung als Ankunftsweg der fennoskandischen Käferfauna. Annal. Zoolog. Soc. Zool. Botan. Fennicae Vanamo **10**, 252 S. Helsinki 1944.
Pape, H., Wickler als Gloxinieschädling. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **53**, 1943.
— — Eulenraupeu als Zerstörer der Blüten- und Fruchtstände des Löwenmauls. Deutsche Gärtnerbörse **40**, 1941.
— — Der Maiszünsler (*Pyrausta nubilalis* Hübn.) als Hopfenschädling. Anz. f. Schädlingskde. **19**, 1943.
Pfeffer, A., Notulae ipidologicae V. Symbolae ad cognitionem generis *Crypturgus* Erichs. Sbornik. entom. odd. Zem. Musca v Praze **20**, 1942.
— — Beitrag zur Kenntnis des Verbreitung einiger Arten der Gattung *Ips* Deg. in Böhmen und Mähren. Lesnicka prace **21**, 1942.
— — O průběhu pokolení evropských kůrovců. (Die Generationsverhältnisse der europäischen Borkenkäfer.) Lesnická práce **22**, 1943.
Prell, H., Der Lärchenblasenfuß (*Taeniothrips laricivorus* Krat.) und das Lärchenwipfelsterben. Tharandter Forstl. Jahrbuch **93**, 1942.
— — Kampf dem Borkenkäfer. Einführung in die Kenntnis von Lebensweise und Bekämpfung des Buchdruckers oder großen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.). Neumann-Verlag, 1948.
Rauscher, Herbert. Unfälle bei Ventox-Durchgasungen und ihre Ursachen. — Der Schädlingsbekämpfer. Sept. 1948.
Reichenow, E., Grundriß der Protozoologie für Ärzte und Tierärzte. 98 S., mit 77 Abb. im Text. Leipzig, Verlag von Johann Ambrosius Barth, 1943. Preis brosch. DM 6,60.
Richter, R., Ist eine unveränderliche Form des Artnamens möglich? Senckenbergiana **25**, 1942.
— — Einführung in die zoologische Nomenklatur durch Erläuterung der Internationalen Regeln. Frankfurt a. M. 1943.
Rieck, Walter, Borkenkäferbekämpfung mit dem Giftfangstapel. Forst und Holz **4**, 1949.
Rippel, K., Zur Frage des Kartoffelabbaues. Landwirtschaftl. Wochenblatt. München 1948.
Roegner-Aust, Sophia, Der Infektionsweg bei der Polyederkrankheit der Nonne. Die Naturwissenschaften **34**, 1947.
Rößler, P., Die Biologie der Diebsameise (*Solenopsis fugax*) und ihre Verwendbarkeit zur Ameisenbekämpfung. Biol. Zentralbl. **61**, 1941.
— — Myrmekologische Mitteilungen 1939. Mitt. der Arbeitsgemeinschaft für Naturwissensch., in Fortsetzung der „Verhandl. und Mittlg. des Siebenbürgischen Vereins für Naturwissenschaften **91—92**, 1941—1942.
— — Ameisen aus Siebenbürgen mit der Beschreibung ihrer Lebensweise. Zool. Anz. **144**, 1943.
Saalas, Uunio, *Aleurodes proletella* L. *(Hem. Aleurod)* in Finnland gefunden. Annal. Entom. Fennici **8**, 1942.
— — Zum Auftreten von *Dialeurodes Chittendeni* Laing. *(Hem. Aleurod.)* in Finnland. Ebenda.
— — Eine neue Mottenlaus, *Aleurodes campanulae* n. sp. *(Hem. Aleurod.)*. Ebenda.
— — Über den Anteil finnischer Forscher an der entomologischen Erschließung Ostkareliens und Kola-Lapplands. Ebenda.
— — *Parasarcophaga aratrix* Pand. *(Dipt., Tachinidae)* im Körper von *Prionus coriarus* entwickelt. Ebenda **9**, 1943.
— — Professori J. I. Liro †. Ebenda.
— — Professori J. I. Liro 70-vuotias. Suom. Hyönteistieteellinen Akakauskirja **8**, 1943.
— — Über die von finnischen Entomologen in das Ausland unternommenen Forschungs- und Studienreisen. Ebenda.
Scharkowski, H., Flieger schützen unseren Wald. Luftwelt **10**, 1943.
Schedl, Karl, Die Nonnengradation in Österreich. Österr. Forst- und Holzwirtschaft **3**, 1948.
Schimitschek, E., Anleitung zur Bekämpfung des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.) im Winterausgang und im Frühjahr. Beilage zu Österr. Forst- und Holzwirtschaft **2**, 1947.
— — Anleitung zur Sommerbekämpfung des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.). Ebenda.

Schimitschek, E., Anleitung zur Frühjahrs- und Sommerbekämpfung des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.). Ebenda **3**, 1948.
— — Anleitung zur Winterbekämpfung des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.). Ebenda **2**, 1947.
— — Borkenkäferbekämpfung in Niederösterreich im Jahre 1947. Österr. Forst- und Holzwirtschaft **3**, 1948.
— — Urwald Rotwald. Führer zur Exkursion 1948 des Niederösterreichischen Forstvereins, Wien 1948.
— — Bioklimatische Beobachtungen und Studien bei Borkenkäferauftreten. Wetter und Leben Heft 4, 1948.
— — Bioklimatische Beobachtungen und Studien bei Borkenkäferauftreten. II. Teil. Wetter und Leben Heft 4, 1948.
Schmidt, Erich, *Calopteryx* versus *Agrion;* Again? (*Odonata*). Entom. News **59**, 1948.
— — *Libellula Melli* n. sp., eine der *L. depressa* L. verwandte neue Art aus China. Opuscula Entom., 1948.
— — *Pyrrhosoma Elisabethae* n. sp., eine neue Odonaten-Art aus Griechenland. Opuscule Entom. 1948.
Schneider-Orelli, O., Bienenweide und Schädlingsbekämpfung. Schweiz. Bienen-Ztg. Beiheft 9, 1945.
— — Land- und forstwirtschaftliche Entomologie. Festschr. zur 200-Jahr-Feier der Naturf. Ges. in Zürich (1746—1946). Zürich 1946.
— — Weitere *Dreyfusia*-Untersuchungen. Mittlg. Schweiz. Anst. f. d. forstl. Versuchswesen **24**, 1945.
— — Borkenkäferkalamitäten im Walde. Prisma **2**, 1947.
— — Untersuchungen über Auftreten und Überwinterung des Fichtenborkenkäfers (*Ips typographus* L.). Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen Nr. 3, 1947.
— — Biologische Gesichtspunkte bei der Bekämpfung schädlicher Insekten im Pflanzenbau. Schweiz. Landwirtsch. Monatshefte **24**, 1946.
— — Über den heutigen Stand der Schädlingsbekämpfung in der Land- und Forstwirtschaft. Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen, 1944.
— — Die Maikäferflugjahre in der Schweiz nach dem Stand der Untersuchungen von 1948. Schweiz. Ztschr. Obst- und Weinbau 1948.
— — und **Braun, W.**, Die Grenzverschiebungen zwischen Berner- und Urnerflugjahrsgebieten des Maikäfers in der Umgebung von Zürich. Bern. Schweiz. Botan. Ges. **53** A, 1943.
— — und **Kuhn, W.**, Weitere Untersuchungen in schweizerischen Borkenkäferherden. Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen 1948.
— — und **Maksymov**, Neue Ergebnisse in der Bekämpfung des Weißtannenborkenkäfers (*Ips curvidens*). Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen 1940, Nr. 2/3.
Schwangart, Fr., Tierpsychologie. (Zusammenfassendes Referat). Fortschritte und Forschungen **20**, 1944.
Schwerdtfeger, F., Die Ursachen von Borkenkäfer-Epidemien in Fichtenwäldern. Ztschr. f. Weltforstwirtschaft **12**, 1948.
— — Dürretrocknis. Forst und Holz Nr. 17, 1948.
— — Forstpathologie bzw. Forstschutz als Forschungs- und Lehrfach. Der Deutsche Forstwirt, 1944.
— — Die Waldkrankheiten. Ein Lehrbuch der Forstpathologie und des Forstschutzes. 476 S., 230 Abb. Berlin, Paul Paray, 1944. Preis geb. DM. 24.—.
— — Engerlingbekämpfung durch Vollumbruch. Merkbl. Nr. 5 des Institutes für Waldschutz in Eberswalde, 1943.
— — Der Borkenkäfer in Nordwestdeutschland. Allg. Forstztschr. Nr. 5, 1946.
— — In eigener Sache. Ebenda Nr. 8, 1946.
— — Kahlhiebe, Kulturplanung und Forstschutz. Forst und Holz **1**, 1946.
— — Krankheiten und Schädlinge der Pappeln. Eine Übersicht aus neuerem französischem Schrifttum. „Das Pappelbuch 1947", Verlag Schaper, Hannover.
— — Chemische Verfahren der Borkenkäferbekämpfung. Forst und Holz **2**, 1947.
— — Bekämpfung des Kiefernspinners (*Dendrolimus pini* L.) durch Bestäubung. Nachrichtenblatt f. d. dtsch. Pflanzenschutzdienst **1** (Neue Folge), 1947.
Seeholzer, M., Physikalisches und biologisches Denken im Waldbau. Forstwissenschaftl. Centralbl. **65**, 1943.
Siegrist, Hans, Untersuchungen über die Lauchmotte (*Acrolepia assectella*) und ihre Bekämpfung. Olten, Verlag Otto Walter, 1945.

Sigmond, Joh., Vogelschutz im westlichen Sudetenland. Natur und Heimat 1943/44, Heft 2.
Stadler, H., Seltsame Monstrosität einer Fliege. (*Lycia rorida* Fall.). Entom. Ztschr., 1943.
Stammer, H. J., Ökologie. Drei Berichte über die Jahre 1939, 1940 und 1941. Fortschritte der Zoologie (Neue Folge) **5**, **6** und **7**, 1940, 1941 und 1942.
Steiner, G., Methodische Untersuchungen über die Geruchsorientierung von Fleischfliegen. Ztschr. f. vergl. Physiologie **30**, 1942.
— — Die neuen Kontaktinsektizide der DDT-, Hexa-E-Gruppe. Anz. f. Schädlingskde. **21**, 1948.
Tembrock, G., Die geographische Verbreitung der afrikanischen Termiten. Beitrag zur Kolonialforschung Bd. **VI**, 1944.
Thalenhorst, Walter, Über die Ursachen der Entstehung von Neuinfektionen durch den Buchdrucker. Forst und Holz **3**, 1948.
— — Die derzeitige Borkenkäferkatastrophe in Deutschland. Eine vorläufige Übersicht über das neuere Schrifttum. Ztschr. f. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **55**, Heft 9/10, 1948.
— — Ein neues Verfahren zur Flugzeug-Schädlingsbekämpfung. Ztschr. für Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz **55**, 1948.
Thienemann, August, Vergleichende Beobachtung und Experiment in der Biologie. Studium Generale **1**, 1948.
— — Lebewesen und Wesen des Lebens. Universitas **3**, Heft 10, 1948.
— —, Waßmund, Erich (2. VIII. 1902—28. IV. 1945). Ein deutsches Forscherleben. Plön 1948.
— — Wissenschaft in Notzeit. „Blick in die Wissenschaft" Heft 1, 1948.
Titschack, E., Das zoologische Museumsmaterial und seine Benutzbarkeit. Einige Worte zu den Ausführungen von H. Weidner. Der Biologe **11**, 1942.
— — und **Schmalfuß, H.,** Was befähigt die Kleidermotte Wolle zu verwerten? Biochem. Ztschr. **318**, S. 393—400, 1948.
Thomsen, Ellen, An experemental and anatomical study of the corpus allatum in the blow-fly *Calliphora erythrocephala* Meig. Videnskabelige Meddelelser fra Dansk naturhistorsk Forening **106**. Copenhagen 1942.
Tóth, László, Der Darmkanal der Collembolen. Arbeit des Ungar. Biol. Forschungsinstitutes **14**, 1942.
— — Embryologische Untersuchungen an *Kalotermes flavicollis*. Ebenda **15** 1943.
— — **Wolsky, A.** und **Batori, M.,** Stickstoffbildung aus der Luft bei den Aphiden und bei den Homopteren. Ztschr. f. vergl. Physiol. **30**, 1942.
Umfrage an die schweizerischen Forstämter über das Auftreten der gefährlichen Weißtannenlaus (*Dreyfusia nüsslini*). Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen Nr. 12, 1944.
Ungarn — Folia entomologica Hungarica **8**, 1943, Fasc. 1—4.
Vietinghoff-Riesch, Arnold Frh. von, Die staatlich anerkannte Vogelschutzwarte Niedersachsen. Hannover, Landbuch-Verlag, 1948.
Voûte, A. D., Classification of factors influencing the natural growth of a population of insects. Acta biotheoretica **7**, 1943.
Wahl, Br., Über Timotheegrasfliegen. Arb. phys. und angew. Entom. **10**, 1943.
Wädbyl, H., Zurück zum Kontinuitätsprinzip. Entom. Ztschr. **56**, 1942.
Wappes, Wald und Volksernährung. Ber. Tagung der Landesgruppe Brandenburg des Deutschen Forstvereins, 1942.
Wellenstein, G., Anregungen und Versuche zur Verbesserung der Borkenkäferbekämpfung. Ztschr. Forst- und Jagdwesen, 1942.
— — Feststellung des Engerlingbefalls als notwendiger Bestandteil der Kulturplanung. Deutsche Forstzeitung 1943.
— — Neuzeitliche Forstschädlingbekämpfung. Film und Bild, 1943.
Westhoff, V. en **Weshoff de Jonchere, J. N.,** Verspreiding en Nestoecologie van de Mieren in de Nederlandsche Boschen. Tijdschr. over Plantenziekten, 1942.
Weyer, F. und **Zumpt, J.,** Gesundheitsschädliche Insekten und Spinnentiere der warmen Länder. 103 S. mit 20 Abb. Zweite verb. Aufl. Hamburg, Verlag Fr. W. Thaden, 1943.
Williams, Joseph, I., The Anatomy of the internal Genitalia of *Fumea Casta* Pallas (Lepidopt.: *Psychidae*). Transactions of the American Ent. Soc. **73**, 1947.
— — The Comparative anatomy of the internal Genitalia of some *Tineoidea* (*Lepidoptera, Gracillariidae-Tischeriidae*). The Proc. of the Royal Ent. Soc. of London, Ser. A. General Entomology **22**, 1947.
Wundriga, G., Der Kornkäfer — ein Feind unseres Korns. Forschungsdienst, Organ der dtsch. Landwirtschaftswissenschaft **16**, 1943.

Zacher, Fr., Ein Weidenkorb und seine Lebensgemeinschaft. Mittlg. Ges. Vorratsschutz **19**, 1943.
Zander, E., Leitsätze einer zeitgemäßen Bienenzucht. Verlag der Leipz. Bienen-Ztg. 1942.
— — Bienenkunde im Obstbau. 2., verbesserte Auflage. Stuttgart, Verlag von Eugen Ulmer, 1943. Preis brosch. DM. 1,20.
— — Zeitgemäße Bienenzucht. Heft 1. Bienenwohnung und Bienenpflege. Sechste, durchdurchgesehene Auflage. Flugschr. d. Deutschen Ges. f. angew. Entom. Nr. 5. Berlin, Paul Parey, 1944.
— — Zeitgemäße Bienenzucht. Heft 2. Zucht und Pflege der Bienenkönigin. Sechste, durchgesehene Auflage. Mit 40 Abbildungen. Ebenda Nr. 76. Berlin, Paul Parey, 1944.
— — Krankheiten und Schädlinge der erwachsenen Bienen. Vierte, neubearbeitete Auflage. (Teil II des Handbuches der Bienenkunde in Einzeldarstellungen.) Mit 77 Abbildungen. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer.
— — Immen und Imkerei. Ein Wegweiser zu den Quellen zeitgemäßer Bienenpflege und Bienenzucht. Stuttgart, Eugen Ulmer, 1948.
— — Die Harmonie des Bienenlebens und ihre praktische Bedeutung. Badische Bienenzeitung **3**, 1948.
Zweigelt, Fr., Problema producatorilor directji. Romania Viticola, 1942.
— — Heuer ist Maikäferflug. Das Weinland, 1942.
— — Neues vom Maikäfer. Ebenda.
— — Ludwig Linsbauer, Ber. dtsch. botan. Gesellschaft **49**, 1942.
— — Beiträge zur Kenntnis der Blattlausgallen. Biologia generalis **16**, 1943.
— — Die rote Spinne in Rumänen. Das Weinland, 1943.
— — Ministerialdirigent Ludwig Schuster 60 Jahre alt. Ebenda.
— — Fritz Voboril †. Ebenda.
— — Die Arbeitsgemeinschaft der Weinbauschulen im Donauland und Südmark. Ebenda.
— — Die Direktträgerfrage im Lichte des europäischen Weinbaues. Ebenda.
— — Die Gallbildung im Lichte der Spezialisation und Immunität. Biologia generalis **16**, 1943.
Zwölfer, W., Anweisung zur Winterbekämpfung der Fichtenborkenkäfer. Allg. Forstzeitschr. Nr. 7, 1946.
— — Zur Lebensweise und Bekämpfung unserer wichtigsten Fichtenborkenkäfer. Ebenda, Nr. 2.

Die Forstinsekten Mitteleuropas

Ein Lehr- und Handbuch in 5 Bänden

Von K. ESCHERICH

Dr. med. et phil., Dr. Dr. h. c., o. ö. Professor em. an der Universität München

Jetzt noch lieferbar:

Band III. Spezieller Teil. Zweite Abteilung.

Die Lepidopteroidea: Die „Schnabelhafte" (*Panorpatae*); die „Köcherfliegen" (*Trichoptera*); die „Schmetterlinge" I (*Lepidoptera* I): Allgemeines, Kleinschmetterlinge, Spanner und Eulen.

1931, 835 Seiten mit 605 Textabbildungen und 14 Farbtafeln (2250 g), Halbleinen geb. DM 51,30

Escherichs „Forstinsektenkunde" ist das grundlegende deutsche wissenschaftliche Werk über die forstliche Entomologie von zugleich internationaler Bedeutung, das systematisch die einzelnen Forstschädlinge und die Entstehung und Bekämpfung der Forstschäden behandelt.

Soeben erschien:

Fischzucht

Lehrbuch für Züchter und Teichwirte
Anleitung für Fischereikurse und -lehrgänge

Von Dr. WILHELM KOCH

Leiter der Fischereiabteilung im badischen Landwirtschaftsministerium Freiburg i. B.

2. neubearb. Auflage / 294 Seiten mit 167 Abbildungen und 39 Fischbildern auf 12 Tafeln kart. DM 14,—, Halbl. geb. DM 15,60

Dieses umfassende und besonders reich illustrierte Lehr- und Handbuch über die Fischzucht erscheint gegenüber der ersten Auflage in völlig neuer und erheblich erweiterter Gestalt. Alle Arten deutscher Süßwasserfische, deren künstliche Zucht von praktischer Bedeutung ist, werden eingehend behandelt, wobei der Besprechung der Karpfen- und Forellenzucht, ihrer Bedeutung gemäß, der größte Raum zugemessen ist. Neu aufgenommen wurden Kapitel über die Krebs- und Perlmuschelzucht. Weiterhin wird alles Wissenswerte über die Bewirtschaftung von Teichen und fließenden Gewässern sowie über Fischfeinde und Fischkrankheiten nach neuesten Erkenntnissen eingehend dargestellt. Das Werk stellt somit einen wertvollen Beitrag zum Wiederaufbau der durch den Krieg vernichteten Fischereibetriebe dar.

Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg

Verantwortlicher Schriftleiter: Prof. Dr. Dr. h. c. Karl Escherich, (13b) München 19, Prinzenstraße 26. Weitere Mitarbeiter dieses Heftes: Sophia Roegner-Aust, geb. 3. 9. 1909 in Düsseldorf-Oberkassel; Jost Franz, geb. 3. 4. 1915 in Dresden; Bruno Götz, geb. 27. 10. 1908 in Karlsruhe; Günther Becker, geb. 25. 11. 1912 in Jutroschin; Hans Joachim Heinz, geb. 17. 7. 1917 in Leipzig

Aus unserer forstlichen Verlagsproduktion empfehlen wir:

Die Forstbenutzung

Ein Lehr- und Handbuch

begründet von Geh. Rat Prof. Dr. K. GAYER
herausgegeben von Dr. L. FABRICIUS
emer. o. ö. Professor der forstlichen Produktionslehre an der Universität München

14. Auflage, 1949, 752 Seiten mit 448 Textabbildungen, gr. 8° (1370 g)
Halbleinen geb. mit Schutzumschlag

Seit vielen Jahrzehnten ist dieses bekannte Handbuch das unentbehrliche Lehrbuch und Nachschlagewerk für die erfolgreiche Nutzung aller forstwirtschaftlichen Betriebe.

Boden und Wald

unter besonderer Berücksichtigung des nordeuropäischen Waldbaues

Von R. T. AALTONEN
Prof. d. Bodenkunde a. d. forstlichen Forschungsanstalt Helsinki (Finnland)
mit einem Geleitwort von Prof. Dr. Dr. J. KÖSTLER, München

470 Seiten mit 124 Textabbildungen, Preis kart. DM 24,—, geb. DM 24,60

Das vorliegende Werk bildet einen ungewöhnlichen Beitrag zur Bereicherung der naturwissenschaftlichen Grundlagen des Waldbaues und des Forstwesens im allgemeinen.

Forstliche Betriebswirtschaftslehre

Ein Lehr- und Handbuch in 3 Bänden

Von Dr. VICTOR DIETERICH
o. Prof. d. Forstwissenschaft an der Universität München

Band I: **Die wissenschaftliche Grundlegung** (derzeit vergriffen)
Band II: **Waldwertschätzung**
3. neubearb. Aufl., 1945, 189 Seiten mit 24 Abb., leicht kart. DM 10,20
Band III: **Erfolgsrechnung — Zielsetzung**
2. neubearb. Aufl., 1948, 340 Seiten mit 2 Abb., leicht kart. DM 22,—

Das grundlegende dreibändige Werk über das Gesamtgebiet forstlicher Betriebswirtschaft stellt die umfassendste Bearbeitung dar, die auf diesem wichtigen Gebiet bisher geschrieben wurde.

Werterzeugung und Wirtschaftserfolg beim Nadelholzbetriebe

Von Prof. Dr. A. WOBST, Marburg

132 Seiten mit 17 Abbildungen und 62 Tabellen, Preis kart. DM 6,80

Das Werk befaßt sich mit der betriebswirtschaftlichen Leistung von Fichte und Kiefer auf Grund umfangreicher Unterlagen aus dem ganzen ehemals preußischen Staatsgebiet.

Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg

Verlag: Paul Parey, (1) Berlin SW 68, Friedrichstraße 227. Herausgeber: Geh. Reg.-Rat Professor Dr. Karl Escherich, München 19, Prinzenstr. 26. B 237 ISB Berlin. Printed in Germany. Druck: Hermann Beyer & Söhne (Beyer & Mann) Langensalza. Auflage: 450. — Erscheinungsweise: Jährlich 1 Band (4 Hefte)